

Universidad de Huelva

Departamento de Economía General y Estadística



Las oportunidades tecnológicas para crear "spin-offs" universitarias : análisis de las estrategias de incubación desarrolladas por las universidades andaluzas

**Memoria para optar al grado de doctora
presentada por:**

María Teresa Aceytuno

Fecha de lectura: 14 de mayo de 2010

Bajo la dirección de la doctora:

Rafael Cáceres Carrasco

Huelva, 2011

ISBN: 978-84-15147-62-6

D.L.: H 173-2011



Universidad
de Huelva

TESIS DOCTORAL

Las oportunidades tecnológicas para crear *spin-offs*
universitarias: análisis de las estrategias de incubación
desarrolladas por las universidades andaluzas

Doctoranda: María Teresa Aceytuno Pérez. Universidad de Huelva

Director: Rafael Cáceres Carrasco. Universidad de Sevilla

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y</u>	
<u>METODOLOGÍA</u>	<u>16</u>
1. INTRODUCCIÓN	16
2. OBJETIVOS DEL TRABAJO	18
3. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA DE ESTUDIO	21
4. METODOLOGÍA Y FUENTES UTILIZADAS EN EL TRABAJO	23
4.1. METODOLOGÍA Y FUENTES UTILIZADAS PARA LA ELABORACIÓN DEL MODELO TEÓRICO	25
4.2. METODOLOGÍA Y FUENTES UTILIZADAS PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO EMPÍRICO	27
5. ESTRUCTURA DEL TRABAJO	27
<u>CAPÍTULO 2: LAS OPORTUNIDADES EMPRESARIALES Y LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS</u>	
<u>1. LAS OPORTUNIDADES EMPRESARIALES</u>	<u>36</u>
1.1. ORIGEN Y NATURALEZA DE LAS OPORTUNIDADES EMPRESARIALES	36
1.2. UN CONCEPTO DE OPORTUNIDAD EMPRESARIAL	44
1.3. TIPOLOGÍA DE OPORTUNIDADES EMPRESARIALES	45
1.4. FUENTES DE LAS OPORTUNIDADES EMPRESARIALES	49
2. LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS	53
2.1. LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS Y LA INNOVACIÓN EN LA LITERATURA ECONÓMICA	53
2.1.1. Schumpeter	54
2.1.2. Las aportaciones marxistas	57
2.1.3. La innovación en el pensamiento de las Escuelas Clásica y Neoclásica	59
2.1.4. El enfoque evolutivo	60
2.2. CONCEPTO DE OPORTUNIDAD TECNOLÓGICA	62
2.3. EL ORIGEN DE LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS: EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO	63
2.4. EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO	66
2.4.1. La evolución del conocimiento científico	66
2.4.2. La evolución del conocimiento tecnológico	70

2.5. EL CICLO DE VIDA DE LAS INNOVACIONES Y DE LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS	72
2.5.1. Los paradigmas tecnológicos como determinantes del ciclo de vida de las oportunidades tecnológicas	73
2.5.2. Los ciclos de vida de las industrias y las oportunidades tecnológicas	76
2.6. LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS DESDE UNA PERSPECTIVA SECTORIAL	80
2.6.1. Diferencias industriales en oportunidades tecnológicas	80
2.7. LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS DESDE UNA PERSPECTIVA TERRITORIAL	88
2.7.1. Las oportunidades tecnológicas en el territorio. Los <i>spillovers</i> de conocimiento	88
2.7.2. Los Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación	90
<u>CAPÍTULO 3: LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS SURGIDAS EN LA UNIVERSIDAD: LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA ENTRE UNIVERSIDAD Y EMPRESA</u>	<u>96</u>
1. EL PAPEL DE LA UNIVERSIDAD EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO	96
1.1. LA UNIVERSIDAD TRADICIONAL EN LA SOCIEDAD	96
1.2. LA INCORPORACIÓN DEL PARADIGMA EMPRESARIAL EN LA UNIVERSIDAD	97
1.3. LA UNIVERSIDAD EMPRESARIAL A DEBATE	100
2. LAS RELACIONES UNIVERSIDAD-GOBIERNO-INDUSTRIA PARA LA GENERACIÓN DE INNOVACIONES	103
2.1. ALGUNOS MODELOS EXPLICATIVOS DE LAS INTERRELACIONES UNIVERSIDAD-GOBIERNO-INDUSTRIA	104
2.2. EL MODELO DE LA TRIPLE HÉLICE	105
3. LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA ENTRE LA UNIVERSIDAD Y LA INDUSTRIA	108
3.1. MODELOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	109
3.2. IMPACTO DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD SOBRE LA INNOVACIÓN	112
3.2.1. Caracterización y efectos de la transferencia de tecnología de la universidad sobre la industria	113
3.2.2. Ramas industriales influenciadas por la transferencia tecnológica	117

3.3. MECANISMOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	119
3.3.1. Mecanismos para la transferencia tecnológica no intencionada: <i>spillovers</i> de conocimiento	121
3.3.2. Mecanismos para la transferencia tecnológica intencionada	123
4. LAS <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS	128
4.1. CONCEPTO DE <i>SPIN-OFF</i> UNIVERSITARIA	129
4.2. PROCESO DE EVOLUCIÓN Y FORMACIÓN DE <i>SPIN-OFFS</i>	131
4.3. TIPOLOGÍA DE <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS	134
<u>CAPÍTULO 5: LAS <i>SPIN-OFFS</i> ACADÉMICAS</u>	<u>140</u>
1. INTRODUCCIÓN	140
2. FACTORES EXPLICATIVOS DE LA FORMACIÓN DE <i>SPIN-OFFS</i> ACADÉMICAS	141
2.1. ATRIBUTOS PERSONALES DEL EMPRESARIO	142
2.2. RECURSOS ORGANIZATIVOS DE LA UNIVERSIDAD	146
2.2.1. Nivel y naturaleza de la financiación de la investigación	147
2.2.2. Naturaleza de la investigación	147
2.2.3. Calidad de los investigadores	148
2.2.4. Estrategia de apoyo a la generación de spin-offs de la universidad	148
2.2.5. Oficinas de transferencia tecnológica	151
2.2.6. Incubadoras de empresas	152
2.3. FACTORES EXPLICATIVOS INSTITUCIONALES	154
2.4. FACTORES EXPLICATIVOS EXTERNOS O AMBIENTALES	158
2.4.1. El capital-riesgo	158
2.4.2. Legislación que favorezca las <i>spin-offs</i>	159
2.4.3. Contexto tecnológico y empresarial	161
3. DESARROLLO Y EJECUCION DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> ACADÉMICAS	164
3.1. PRIMERA ETAPA: GENERACIÓN DE LA IDEA DE NEGOCIO	165
3.2. SEGUNDA ETAPA: DESARROLLO DEL PROYECTO EMPRESARIAL	167
3.3. TERCERA ETAPA: LANZAMIENTO DE LA <i>SPIN-OFF</i> ACADÉMICA	168
3.4. CUARTA ETAPA: FORTALECIMIENTO DE LA CREACIÓN DE VALOR ECONÓMICO	170
4. IMPACTO ECONÓMICO DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> ACADÉMICA	171
4.1. IMPACTO ECONÓMICO SOBRE LA UNIVERSIDAD	171
4.2. IMPACTO ECONÓMICO SOBRE EL TERRITORIO	172

CAPÍTULO 6: LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA UNIVERSIDAD-EMPRESA Y LA CREACIÓN DE *SPIN-OFFS* ACADÉMICAS EN LA UNIÓN EUROPEA 176

1. INTRODUCCIÓN	176
2. CONTEXTO INSTITUCIONAL EUROPEO PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA. MODELOS EUROPEOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	177
2.1. LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN EUROPA	177
2.2. MODELOS EUROPEOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	180
2.2.1. Modelo anglosajón	180
2.2.2. El modelo nórdico	183
2.2.3. Modelo centroeuropeo	187
2.2.4. Modelo mediterráneo	191
3. POLÍTICAS DE FOMENTO DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> ACADÉMICAS. MODELOS DE INCUBACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA	197
3.1. MODELO DE SELECCIÓN BAJA	199
3.1.1. Características del proceso de creación de las <i>spin-offs</i>	199
3.1.2. Recursos empleados	201
3.1.3. Estrategia y resultados	201
3.1.4. Importancia del entorno	202
3.2. MODELO DE APOYO	202
3.2.1. Características del proceso de creación de las <i>spin-offs</i>	202
3.2.2. Recursos empleados	204
3.2.3. Estrategia y resultados	205
3.2.4. Importancia del entorno	205
3.3. MODELO DE INCUBADORA	206
3.3.1. Características del proceso de creación de las <i>spin-offs</i>	206
3.3.2. Recursos empleados	207
3.3.3. Estrategia y resultados	208
3.3.4. Importancia del entorno	208
3.4. SITUACIONES SUB-ÓPTIMAS	208
3.5. SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE INCUBACIÓN	209

<u>CAPÍTULO 6: LAS ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE <i>SPIN-OFFS</i></u>	
<u>UNIVERSITARIAS EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS</u>	
	214
1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	214
1.1. INTRODUCCIÓN	214
1.2. OBJETIVOS	216
1.3. ESTRUCTURA DEL TRABAJO	218
1.4. METODOLOGÍA: OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	219
1.4.1. Metodología del análisis empírico	219
1.4.2. Definición de la población objeto de estudio y selección de la persona a encuestar	219
1.4.3. Confección del cuestionario	220
1.4.4. Realización de la encuesta, depuración de los datos y tratamiento estadístico	222
2. LAS <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS CREADAS EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	223
3. LA CULTURA EMPRESARIAL EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	226
4. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS QUE DEFINEN LA ESTRATEGIA DE APOYO A LA CREACIÓN Y DESARROLLO DE <i>SPIN-OFFS</i> EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	231
4.1. PARTICIPACIÓN DE LAS OTRIs EN EL FOMENTO Y DESARROLLO DE <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS	231
4.1.1. Uso de instrumentos para promocionar la cultura empresarial en las universidades andaluzas	232
4.1.2. Participación de la OTRI en la identificación de las oportunidades empresariales	234
4.1.3. Porcentaje de proyectos seleccionados y criterios de selección utilizados	237
4.1.4. La tecnología en los proyectos seleccionados	242
4.1.5. Actividades desarrolladas por las OTRIs en las diferentes etapas del proceso de creación y desarrollo de las <i>spin-offs</i>	246
4.1.6. La financiación de las <i>spin-offs</i> andaluzas	251
4.2. RECURSOS UTILIZADOS POR LAS OTRIs ANDALUZAS EN LA PROMOCIÓN DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS	255
4.2.1. Recursos humanos	256
4.2.2. Recursos organizativos	259
4.2.3. Recursos tecnológicos	261

4.2.4. Recursos físicos	263
4.2.5. Recursos financieros	265
4.2.6. Acceso a redes	267
4.2.7. Valoración de la dotación de recursos de la estrategia de incubación de las universidades andaluzas	269
4.3. OBJETIVOS DE LA CREACIÓN DE <i>SPIN-OFFS</i> EN LA UNIVERSIDAD	270
5. IDENTIFICACIÓN DE LOS MODELOS QUE PREDOMINAN EN LAS ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE <i>SPIN-OFFS</i> DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	271
5.1. SÍNTESIS DE LAS CARACTERÍSTICAS QUE PRESENTAN ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	272
5.2. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS CLUSTER	276
5.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	277
5.3.1. Universidad de Almería	277
5.3.2. Universidad de Cádiz	279
5.3.3. Universidad de Córdoba	281
5.3.4. Universidad de Granada	283
5.3.5. Universidad de Huelva	285
5.3.6. Universidad de Jaén	286
5.3.7. Universidad de Málaga	287
5.3.8. Universidad Pablo de Olavide	290
5.3.9. Universidad de Sevilla	290
6. COMPARACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE SELECCIÓN BAJA EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS Y EN LA UNIVERSIDAD DE TWENTE	292
7. CONCLUSIONES	298
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>313</u>
<u>ANEXO</u>	<u>350</u>

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS

GRÁFICO 1: ESQUEMA METODOLÓGICO DE LA TESIS DOCTORAL	23
GRÁFICO 2: GENERACIÓN DE OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS EN UNA RAMA DE ACTIVIDAD	65
GRÁFICO 3: EVOLUCIÓN DE LOS PARADIGMAS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS	73
GRÁFICO 4: LOS CICLOS DE OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS	75
GRÁFICO 5: LA TRANSFORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD	99
GRÁFICO 6: DIFERENTES CONFIGURACIONES DEL MODELO DE LA TRIPLE HÉLICE	106
GRÁFICO 7: MODELOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	110
CUADRO 1: LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA EN LA TECNOLOGÍA INDUSTRIAL	118
CUADRO 2: MARCO CONCEPTUAL PARA EL ESTUDIO DE LAS EMPRESAS <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS	135
CUADRO 3: CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE EMPRESAS <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS	136
GRÁFICO 8: FACTORES EXPLICATIVOS DE LA GENERACIÓN DE <i>SPIN-OFFS</i> ACADÉMICAS ...	141
GRÁFICO 9: ETAPAS DEL PROCESO DE FORMACIÓN DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> ACADÉMICAS	164
GRÁFICO 10: EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS CREADAS EN ANDALUCÍA DESDE 1995 HASTA LA ACTUALIDAD	214
CUADRO 4: AÑO DE FUNDACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS Y AÑO EN QUE EMPIEZAN A FOMENTAR LA CREACIÓN DE EMPRESAS	215
CUADRO 5: POBLACIÓN ANALIZADA Y LOCALIZACIÓN	220
GRÁFICO 11: NÚMERO DE <i>SPIN-OFFS</i> CREADAS HASTA ABRIL DE 2009 EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	223
CUADRO 6: PRESUPUESTO Y NÚMERO DE ALUMNOS E INVESTIGADORES DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	224
CUADRO 8: RATIOS DE CREACIÓN DE EMPRESAS EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	225
GRÁFICO 12: VALORACIÓN DE LA VISIÓN QUE LOS INVESTIGADORES DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS TIENEN DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN	227
GRÁFICO 13: VALORACIÓN DEL GRADO DE RECONOCIMIENTO DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y DE LA CAPACIDAD EMPRESARIAL DE LOS INVESTIGADORES DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	229
CUADRO 9: VALORACIÓN DE LA CULTURA EMPRESARIAL EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	230
GRÁFICO 14: USO DE INSTRUMENTOS DE PROMOCIÓN DE LA CULTURA EMPRESARIAL EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	232

CUADRO 10: VALORACIÓN DEL USO DE INSTRUMENTOS PARA PROMOCIONAR LA CULTURA EMPRESARIAL EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	233
GRÁFICO 15: GESTIÓN DE LA OPORTUNIDAD EMPRESARIAL EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	235
CUADRO 11: VALORACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DEL INVESTIGADOR Y DE LA OTRI EN LA GESTIÓN DE LA OPORTUNIDAD EMPRESARIAL.....	236
GRÁFICO 16: PORCENTAJE DE PROYECTOS SELECCIONADOS SOBRE EL TOTAL DE PROYECTOS PRESENTADOS	238
GRÁFICO 17: IMPORTANCIA DE LOS CRITERIOS RELACIONADOS EL EMPLEO Y EL CRECIMIENTO EN LA SELECCIÓN DE PROYECTOS EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	239
GRÁFICO 18: IMPORTANCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA Y LOS CRITERIOS RELACIONADOS CON LA TECNOLOGÍA EN LA SELECCIÓN DE PROYECTOS POR LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS.....	240
CUADRO 12: NÚMERO DE CRITERIOS QUE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS TIENEN EN CUENTA PARA SELECCIONAR PROYECTOS DE CREACIÓN DE <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS	241
GRÁFICO 19: NIVEL DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE LOS PROYECTOS APROBADOS EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	243
GRÁFICO 20: PORCENTAJE DE PROYECTOS DE BASE TECNOLÓGICA SOBRE EL TOTAL DE PROYECTOS APROBADOS EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	244
GRÁFICO 21: GRADO DE IMPLICACIÓN DE LAS OTRIS ANDALUZAS EN LAS ETAPAS DE DESARROLLO DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS	246
GRÁFICO 22: ACTUACIONES DE LAS OTRIS ANDALUZAS EN LAS ETAPAS INICIALES DE LA CREACIÓN DE LAS <i>SPIN-OFFS</i>	247
GRÁFICO 23: ACTUACIONES DE LAS OTRIS ANDALUZAS EN LAS ETAPAS INTERMEDIAS DE LA CREACIÓN DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS.....	248
GRÁFICO 24: ACTUACIONES DE LAS OTRIS ANDALUZAS EN LAS ETAPAS FINALES DE CREACIÓN DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS.....	249
GRÁFICO 25: PARTICIPACIÓN DE LAS OTRIS ANDALUZAS EN LA FINANCIACIÓN DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS.....	251
CUADRO 13: VALORACIÓN DE LA USO DE LOS FONDOS PÚBLICOS Y PRIVADOS EN LA FINANCIACIÓN DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> ANDALUZAS	255
CUADRO 14: RECURSOS HUMANOS DE LAS OTRIS ANDALUZAS	256
GRÁFICO 27: VALORACIÓN DEL GRADO DE ESPECIALIZACIÓN DEL EQUIPO DEDICADO A LA PROMOCIÓN DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> UNIVERSITARIAS.....	257

CUADRO 15: RATIOS NÚMERO DE <i>SPIN-OFFS</i> CREADAS/TRABAJADORES DE LA OTRI E INVESTIGADORES/TRABAJADORES DE LA OTRI	258
CUADRO 16: CORRELACIONES	258
GRÁFICO 28: VALORACIÓN DE LA INDEPENDENCIA DE LA OTRI CON RESPECTO A LA UNIVERSIDAD	260
CUADRO 17: VALORACIÓN DE LOS RECURSOS ORGANIZATIVOS DE LA OTRI	260
GRÁFICO 29: VALORACIÓN DE LA DOTACIÓN DE RECURSOS TECNOLÓGICOS EN LAS OTRIS ANDALUZAS	262
CUADRO 18: VALORACIÓN DE LA DOTACIÓN DE RECURSOS TECNOLÓGICOS EN LAS OTRIS ANDALUZAS	262
GRÁFICO 30: VALORACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS FÍSICOS EN LAS OTRIS ANDALUZAS	263
CUADRO 19: VALORACIÓN DE LA DOTACIÓN DE RECURSOS FÍSICOS EN LAS OTRIS ANDALUZAS	264
CUADRO 20: CORRELACIONES	264
GRÁFICO 31: VALORACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS FINANCIEROS EN LAS OTRIS ANDALUZAS.....	266
GRÁFICO 32: VALORACIÓN DEL ACCESO A REDES DE LAS ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS	267
CUADRO 21: VALORES DE LA RATIO <i>SPIN-OFFS</i> ANUALES/INVESTIGADORES EN CADA MODELO DE INCUBACIÓN	269
GRÁFICO 33: ESTRATEGIA DE LAS OTRIS ANDALUZAS	270
CUADRO 22: RESUMEN DE LA ESTRATEGIA DE INCUBACIÓN DESARROLLADA POR LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS.....	273
CUADRO 23: PERTENENCIA A LOS CONGLOMERADOS.....	276
GRÁFICO 34: SECTORES DE ACTIVIDAD DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> CREADAS EN LA UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	278
GRÁFICO 35 SECTORES DE ACTIVIDAD DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> CREADAS EN LA UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	279
GRÁFICO 36: SECTORES DE ACTIVIDAD DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> CREADAS EN LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	282
GRÁFICO 37: SECTORES DE ACTIVIDAD DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> CREADAS EN LA UNIVERSIDAD DE GRANADA	283
GRÁFICO 38: SECTORES DE ACTIVIDAD DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> CREADAS EN LA UNIVERSIDAD DE HUELVA	285

GRÁFICO 39: SECTORES DE ACTIVIDAD DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> CREADAS EN LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA.....	287
GRÁFICO 40: SECTORES DE ACTIVIDAD DE LAS <i>SPIN-OFFS</i> CREADAS EN LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA	291
CUADRO 24: RESUMEN DE LA ESTRATEGIA DE INCUBACIÓN DESARROLLADA POR LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS Y LA UNIVERSIDAD DE TWENTE	294

Antes de desarrollar los contenidos de esta tesis doctoral me gustaría dedicar unas breves palabras de agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra forma, han colaborado en su realización y sin cuyas aportaciones, sugerencias y apoyo no hubiera sido posible concluirla.

En primer lugar, quisiera agradecer a los responsables de las OTRIs andaluzas que dedicaran parte de su valioso tiempo a responder al cuestionario. También agradezco su colaboración a todas las personas que entrevisté en la Universidad de Twente y al Profesor Aard J. Groen, que me dio la oportunidad de desarrollar parte de mi investigación en dicha universidad y, más concretamente, en NIKOS. A todos los compañeros que encontré allí les agradezco su amable acogida y su constante ayuda, en especial a Rainer Harms, Tiago Ratinho y Martin Stienstra.

Agradezco al Director de esta tesis, Rafael Cáceres, su esfuerzo y dedicación. Sus comentarios han sido muy importantes para el desarrollo de la tesis y su apoyo ha sido fundamental para su conclusión. Igualmente quisiera destacar la colaboración de los compañeros del Departamento de Economía Aplicada I de la Universidad de Sevilla, en especial de su director, Joaquín Guzmán.

También quiero agradecer el apoyo que siempre he encontrado en todos mis compañeros del Departamento de Economía General y Estadística de la Universidad de Huelva, así como en el resto de compañeros de la Facultad de Ciencias Empresariales y del Observatorio Local de Empleo. Me gustaría destacar la colaboración recibida de la Secretaria del Departamento, Montserrat Pereira, mis compañeros de la Unidad Docente de Estructura, especialmente Antonio Luis Hidalgo, David Flores y Lidia Luque, y aquellos que fueron compañeros pero que ahora trabajan en otras universidades, como Mónica Rivera y María Teresa Sanz. Agradezco igualmente a la Directora del Departamento y tutora de esta tesis, María de la O Barroso, por su constante apoyo, pero sobre todo por su amistad. Y en especial quisiera destacar mi agradecimiento a Manuela de Paz, por la confianza que siempre ha depositado en mí y por darme la oportunidad de aprender de ella.

Por último, agradezco a mis amigos y a mi familia el apoyo que siempre me han dado. En especial quiero dar las gracias a mi hermano, José María, y a mis padres, José y Lina, que me enseñaron con su ejemplo el valor del trabajo y el esfuerzo.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

CAPÍTULO 1:
INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y
METODOLOGÍA

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA

1. INTRODUCCIÓN

Bajo la idea, ampliamente aceptada en la Ciencia Económica, de que el conocimiento es uno de los motores del crecimiento económico, numerosas investigaciones han tenido por objetivo identificar el origen y los mecanismos a través de los cuales se difunde y se absorbe por las empresas dicho conocimiento, es decir, se transforma en innovaciones que hacen posible el progreso económico. Según enfoques recientes, un nexo de unión entre el conocimiento y el crecimiento económico viene dado por las oportunidades empresariales. Desde esa perspectiva, cobran una especial importancia las oportunidades tecnológicas, que son las que tienen su origen más inmediato en los avances del conocimiento científico y tecnológico. Éstas son explotadas mediante la creación de empresas nuevas o mediante la introducción de innovaciones en las empresas ya existentes, pudiendo generar beneficios económicos que, a su vez, repercutan en el territorio en que éstas se asientan (Dosi et ál., 1988; Malerba y Orsenigo, 2000; Nelson y Winter, 1982; Schumpeter, 1917).

Las universidades, junto con los centros de investigación públicos, desempeñan un papel clave en este proceso al impulsar el avance del conocimiento científico básico, por lo que han sido consideradas tradicionalmente un elemento importante para la generación de oportunidades tecnológicas (Cohen et ál., 2002:1; Harmon et ál., 1997:424; Mowery y Shane, 2002:iv). En la actualidad se considera que, además de favorecer la innovación mediante el avance de la ciencia básica, la universidad debe incluir entre sus misiones la contribución directa al desarrollo económico del territorio. Esta nueva misión se traduce en el ejercicio de funciones nuevas por parte de la universidad, como intentar la explotación de los resultados logrados a través de la investigación que se desarrolla en su seno. Desde esta perspectiva, se señala que la universidad ha pasado a regirse por un nuevo modelo, que se denomina “paradigma empresarial” (Etzkowitz, 2003; Etzkowitz et ál., 2000; Leydesdorff y Meyer, 2003). Esta transformación es una segunda revolución en las funciones de la universidad. La primera vino dada por el paso de la universidad docente a la investigadora, es decir, cuando se incorporó la investigación a las funciones que hasta entonces realizaba, que se limitaban a la preservación y difusión del conocimiento.

Aunque la asunción del paradigma empresarial por la universidad es aún objeto de debate y controversia, en los últimos años ha cobrado una importancia creciente la transferencia de los resultados de investigación desde la universidad a la empresa. Con ello se persigue que el conocimiento que se desarrolla en las universidades y centros públicos de investigación pueda tener aplicación comercial en la industria. Existe una gran variedad de canales de transferencia de tecnología entre la universidad y la empresa, ya que se puede considerar como tales cualquiera de los medios que permiten que una empresa alcance un determinado conocimiento con origen en la universidad. Entre los más estudiados en la literatura se pueden señalar los siguientes:

- Convenios y contratos de colaboración entre la universidad y las empresas (Shane, 2002a).
- Licencias de patentes de las universidades (Agrawal y Henderson, 2002; Cohen et ál., 2002; Colyvas et ál., 2002; Henderson et ál., 1998; Mowery y Sampat, 2005; Mowery y Ziedonis, 2002; Mowery et ál., 2002; Shane, 2002b; Thursby y Thursby, 2002).
- Movilidad de recursos humanos entre la universidad y la empresa (Shane, 2002a).
- Publicaciones en revistas y aportaciones a congresos (Cohen et ál., 2002; Rogers et ál., 2001).
- Relaciones informales (Audretsch y Feldman, 1996).
- Creación de empresas a partir de los resultados de la investigación que se lleva a cabo en las universidades (*spin-offs* universitarias).

En los últimos años, en las universidades europeas ha tenido un extraordinario crecimiento la utilización este último mecanismo de transferencia, es decir, la creación de *spin-offs* (Siegel et ál., 2007:489). Su objetivo es explotar las oportunidades tecnológicas que surgen de la investigación llevada a cabo en la universidad mediante la creación de una nueva empresa por parte de investigadores o alumnos de dicha institución. Diferentes autores han destacado las ventajas que este tipo de empresas presentan frente a mecanismos de transferencia tradicionales, como las licencias de patente. Entre estas ventajas se señala que las *spin-offs* universitarias generan empleos para trabajadores altamente formados y que pueden producir importantes

efectos económicos positivos para el territorio en el que se asientan (Shane, 2004a; Rothaermel y Thursby, 2005; O'Shea et ál., 2007a).

En el contexto de ese extraordinario crecimiento que está teniendo la creación de *spin-offs* por las instituciones universitarias europeas, numerosas universidades españolas, y dentro de ellas las públicas andaluzas, están participando de ese fenómeno, en línea con lo que, como se ha señalado, significa el cambio hacia el “paradigma empresarial”. Una manifestación de este cambio se encuentra en la Ley de Universidades (LOU), que entró en vigor en 2001, y su posterior reforma de 2007 con el objeto de crear un clima más favorable para la creación de *spin-offs* en las universidades españolas. Asimismo, en un plano más concreto, hay que señalar que las universidades andaluzas, como otras muchas españolas, han establecido desde hace algunos años estrategias de incubación de *spin-offs* con el objetivo de promover y apoyar la creación de empresas que puedan generar efectos positivos sobre el crecimiento económico y el empleo del territorio en el que se ubican.

La situación que se describe en los párrafos anteriores y la novedad del fenómeno de las *spin-offs* inspiró la realización de este trabajo, en el que se presta una especial atención a la creación de *spin-offs* universitarias como mecanismo de explotación de oportunidades tecnológicas y se concluye con un análisis de las estrategias de incubación de dicho tipo de empresas que llevan a cabo las universidades andaluzas.

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Este trabajo persigue dos objetivos principales:

- I.- *Elaborar un marco teórico válido para analizar la explotación de oportunidades tecnológicas por las universidades mediante la creación de spin-offs.* Dado que el estudio de las oportunidades empresariales y tecnológicas, así como de las *spin-offs* universitarias, es muy reciente, aún no se ha consolidado un marco teórico que pueda tomarse como referencia para los análisis que se realizan en este campo. La diversidad de conceptos y teorías que se han elaborado en los últimos años, hace recomendable partir de una revisión de la literatura con el objeto de explicitar y conectar el trabajo que aquí se realiza con las distintas contribuciones que se han venido desarrollando por diferentes autores

sobre las oportunidades tecnológicas y su explotación mediante la creación de *spin-offs* universitarias.

2.- *Aplicar el marco teórico al que se refiere el punto anterior al análisis de las estrategias de incubación de spin-offs que desarrollan las universidades andaluzas.* La importancia creciente que se viene dando a dichas estrategias por las universidades andaluzas y la novedad de este fenómeno hace que cobren un interés especial este tipo de estudios, aún muy escasos en Andalucía.

El primero de los objetivos anteriores se ha dividido en varios sub-objetivos, que han servido para orientar el enfoque seguido a lo largo de la primera parte del trabajo:

- 1.1. Establecer un concepto de oportunidad empresarial como paso previo para definir el concepto de oportunidad tecnológica. Como se ha indicado anteriormente, en los últimos años se han elaborado diversos conceptos de oportunidad empresarial, en muchos casos poniendo énfasis en aspectos muy diferentes. Ante esta situación, se ha considerado que un primer paso en la elaboración de este trabajo debía ser definir con claridad cuál es el concepto de oportunidad empresarial que se tomará como referencia en este análisis.
- 1.2. Una vez definido el concepto de oportunidad empresarial, el trabajo se ha orientado a encontrar un concepto de oportunidad tecnológica, que como en el caso anterior aún no cuenta con una definición que sea ampliamente compartida en la literatura sobre este tema.
- 1.3. Identificar el origen de las oportunidades tecnológicas y de los mecanismos a través de los cuales éstas se difunden en la economía y son explotadas por las empresas, dando lugar a la introducción de innovaciones en los sistemas productivos.
- 1.4. Profundizar, mediante un análisis de la literatura económica, el papel que ejerce la universidad como agente generador de oportunidades tecnológicas. Como se ha señalado anteriormente, la universidad ha cumplido tradicionalmente dos funciones principales, la preservación del conocimiento y su difusión a través de la docencia. Sin embargo, desde hace algunos años ha tomado fuerza la idea de que las universidades

deben impulsar el desarrollo económico del territorio en el que se asientan a través de la transferencia de conocimiento a la industria. Para lograr este sub-objetivo se ha intentado:

- a) Identificar los cambios que se han producido en las funciones que ejerce la universidad y clarificar el papel que cumple actualmente en la sociedad.
- b) Determinar las relaciones que se establecen entre universidad e industria y los cambios que se han producido en ellas a lo largo de los últimos años.
- c) Conocer los mecanismos a través de los cuales se desarrolla la transferencia de conocimiento entre la universidad y la industria y establecer una tipología de los mismos.

1.5. Analizar la creación de *spin-offs* universitarias como mecanismo de transferencia de tecnología entre la universidad y la industria y como medio para explotar las oportunidades tecnológicas que surgen a partir de la investigación universitaria. Para lograr este sub-objetivo se ha buscado:

- a) Establecer un concepto de *spin-off* universitaria y realizar una tipología de las mismas.
- b) Conocer los factores que influyen en la generación de *spin-offs* en las universidades, las etapas que se pueden identificar en su proceso de desarrollo y los efectos que generan sobre la economía del territorio en que se asientan.

1.6. Desarrollar un esquema teórico sobre las políticas de promoción de *spin-offs* académicas que se llevan a cabo en Europa para promocionar la creación de *spin-offs*. Para ello, se ha elaborado una tipología de las políticas de innovación de innovación que desarrollan los países europeos y, a partir de ella se ha señalado el papel que tienen en la transferencia de tecnología.

El segundo objetivo principal, describir y caracterizar las estrategias de incubación de *spin-offs* que llevan a cabo las universidades públicas andaluzas, se divide a su vez en tres sub-objetivos:

- 2.1. Describir las características de las estrategias de incubación que llevan a cabo las universidades públicas andaluzas.
- 2.2. Identificar las estrategias de incubación desarrollan las universidades públicas andaluzas de acuerdo con los modelos que se han identificado en la literatura sobre *spin offs* universitarias.
- 2.3. Señalar los puntos débiles y fuertes de las estrategias de incubación que están llevando a cabo las universidades públicas andaluzas.

3. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA DE ESTUDIO

La decisión de desarrollar este trabajo, centrándolo inicialmente en el desarrollo de un marco teórico para analizar las estrategias de promoción de *spin-offs* que desarrollan las universidades para su aplicación posterior al estudio de dichas estrategias en las universidades andaluzas, se justifica en base a las siguientes razones:

1. *Las oportunidades empresariales constituyen un campo básico de investigación del Entrepreneurship* (Shane y Venkataraman, 2000: 218). A partir de ellas, y más concretamente, de las oportunidades tecnológicas, se puede explicar cómo el conocimiento que surge en la esfera científica, es decir, el invento, se aplica a la esfera productiva, dando lugar a la innovación, que a su vez provoca crecimiento económico (Schumpeter, 1917). A pesar de ello, las oportunidades empresariales y tecnológicas han recibido poca atención por parte de los investigadores hasta hace pocos años y, en consecuencia, aún no existe un marco teórico fruto de un amplio consenso para explicar aspectos tales como la naturaleza, el surgimiento o la evolución de las oportunidades (McMullen et ál., 2007: 273). Esa falta de consenso se manifiesta en la diversidad de teorías y conceptos que se han ido desarrollando en los últimos años. Así, por ejemplo, es posible encontrar en la literatura sobre el tema numerosos y diferentes conceptos de oportunidad empresarial u oportunidad tecnológica. En consecuencia, existen distintas interpretaciones y visiones sobre los procesos por los que el conocimiento se traslada a la esfera productiva. Ello nos ha llevado a plantearnos la necesidad de revisar y reflexionar sobre las numerosas contribuciones que se han realizado en este campo en los últimos años con el objeto de elaborar un marco teórico adecuado para comprender mejor el fenómeno del *Entrepreneurship* en su

vertiente de creación de empresas *spin offs*. Este objetivo es de especial importancia en la Comunidad Autónoma Andaluza que, como es sabido, se caracteriza por presentar unos bajos niveles de empresariedad. Son numerosos los informes y estudios que han revelado que el tejido productivo andaluz presenta numerosas deficiencias, como un alto nivel atomización, una escasa presencia de grandes empresas, un elevado peso de actividades de demanda e intensidad tecnológica baja y un elevado grado de desarticulación productiva, entre otras. En ese contexto, la creación de empresas, ya sea a partir del descubrimiento de oportunidades empresariales por los emprendedores o a partir del conocimiento que se genera en las universidades, cobra una especial importancia como mecanismo para lograr un mayor desarrollo económico en el territorio, aumentar el empleo y mejorar los niveles de renta de la población, tradicionalmente por debajo del conjunto de las regiones españolas y de la UE-15.

2. *La creciente atención que vienen recibiendo las spin-offs como mecanismo de transferencia de tecnología.* De acuerdo con diferentes autores se puede señalar que las *spin-offs* son cada vez más utilizadas para transferir tecnología de la universidad en lugar de las licencias de patentes, que han sido el mecanismo más utilizado tradicionalmente (Siegel et ál., 2007: 489). Además, se ha señalado que las *spin-offs* creadas en la universidad generan empleo para trabajadores altamente formados y provocan importantes efectos positivos en el territorio en el que se asientan, por lo que su creación es fomentada por las autoridades políticas y universitarias (Shane, 2004a; Rothaermel y Thursby, 2005; O'Shea et ál., 2007a). Sin embargo, al constituir el estudio de las *spin offs* un fenómeno reciente aún existen numerosos aspectos sobre los que ha de profundizar la investigación. Esta insuficiencia se pone de manifiesto en la falta de acuerdo sobre muchos de los temas que en los últimos años han tratado los especialistas. Así, por ejemplo, es posible encontrar diferentes posturas en el debate sobre la conveniencia de patentar los conocimientos que se generan en la universidad frente a la creación de empresas *spin offs*. También existen diferentes posturas sobre las estrategias que las universidades deben seguir en la promoción de dicho tipo de empresas y sobre otros temas que son de vital importancia para determinar la eficiencia y eficacia en la transferencia de tecnología desde las universidades a la industria. Entendemos que reflexionar para tratar de clarificar estos temas tiene gran interés en Andalucía, ya que mejorar el conocimiento sobre ellos puede ser útil

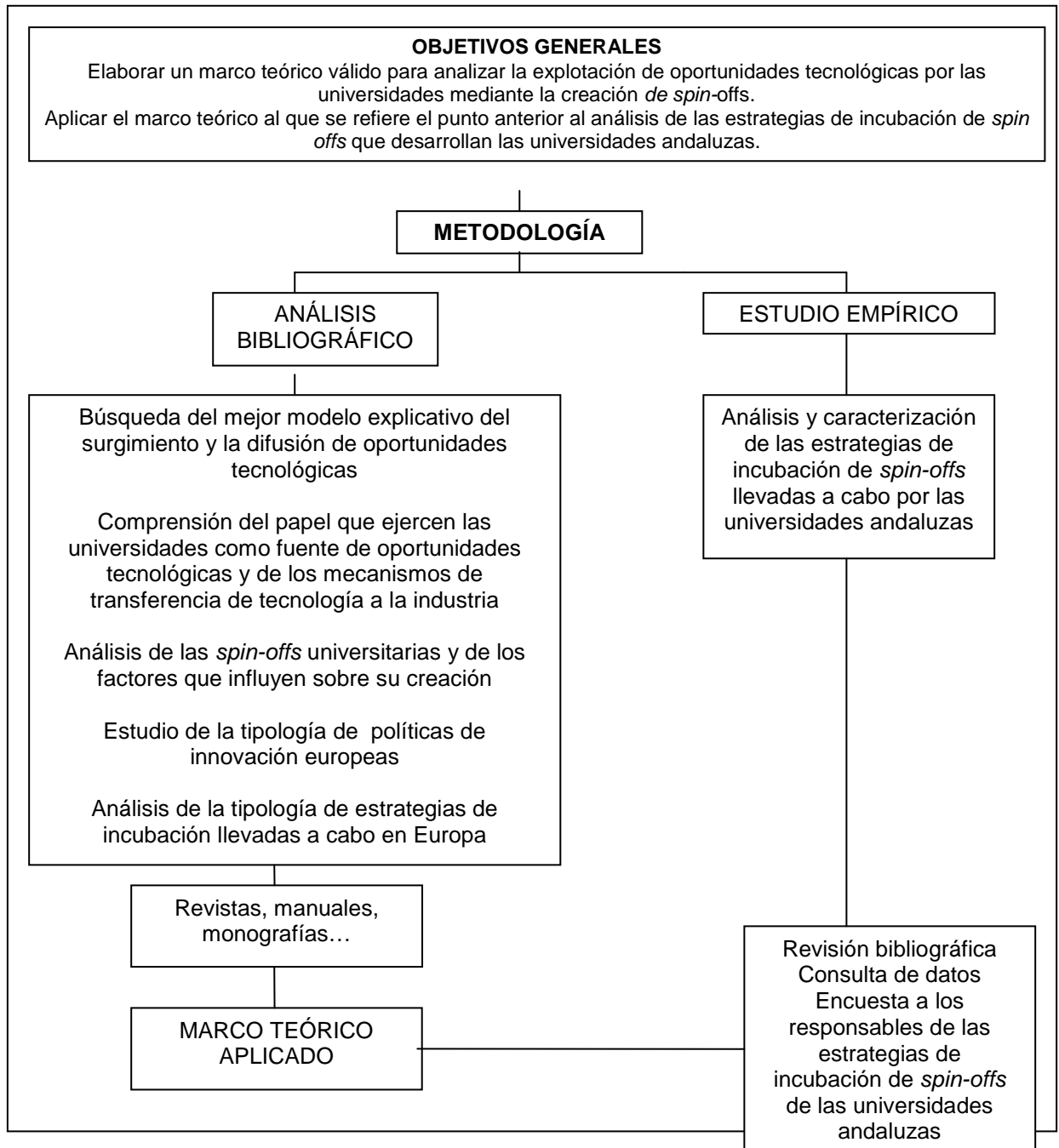
para ayudar a la universidad a definir su papel en el sistema de innovación regional y en la potenciación de la actividad empresarial, que, como se ha señalado presenta numerosos puntos débiles en la región.

3. *El reducido número de trabajos dedicados al análisis de la creación de spin-offs en Andalucía.* La creación de *spin-offs* en Andalucía se puede considerar un fenómeno reciente. La primera *spin-off* universitaria surgió en Córdoba en 1995 (Biovet-UCO S.A.). Desde entonces hasta 2003, el número de empresas creadas en Andalucía fue escaso. A partir de 2004, sin embargo, aumentó rápidamente, especialmente en 2006 y 2007. Como consecuencia, en 2007 Andalucía era la primera región de España en número de *spin-offs* universitarias. Tanto las universidades andaluzas como la Junta de Andalucía han establecido programas destinados a promover la creación de este tipo de empresas. Éstos se han desarrollado principalmente a partir del año 2003. Lo mismo ocurre en el resto de universidades españolas, en las que el uso de las *spin-offs* como mecanismo de transferencia de tecnología no empieza a ser notable hasta el año 2000 (Ortín et ál., 2008:10). A pesar de la importancia creciente de este fenómeno en Andalucía, no existen apenas estudios dedicados a su análisis. A nivel español destacan algunos trabajos, como el de Ortín et ál. (2007) y las publicaciones anuales de la RedOTRI, que se centran en el análisis de las actividades de transferencia de tecnología que desarrollan las universidades y, entre éstas, dedican un apartado a revisar el número de empresas creadas en las mismas. Sin embargo, no hay ningún estudio que analice el fenómeno de las *spin-offs* universitarias en Andalucía. En este trabajo pretendemos contribuir a superar esta deficiencia.

4. METODOLOGÍA Y FUENTES UTILIZADAS EN EL TRABAJO

Como se ha indicado anteriormente, el principal objetivo de este trabajo es analizar las estrategias de incubación que llevan a cabo las universidades europeas con el objetivo de promocionar la creación de *spin-offs*. Para conseguirlo se establece una tipología de las diferentes estrategias de incubación y se estudian las características de las mismas. A lo largo del trabajo se han utilizado diferentes metodologías y fuentes de información, que se describen a continuación.

Gráfico 1: Esquema metodológico de la tesis doctoral



Fuente: Elaboración propia.

En este apartado nos aproximamos a la metodología seguida en esta tesis doctoral con el objetivo de ofrecer una visión integrada de la misma, que se puede encontrar en el Gráfico 1. No obstante, en algunos capítulos esa visión se amplía al prestarse una especial atención a la metodología utilizada para su elaboración.

Como se puede extraer del gráfico, la metodología de esta tesis se puede dividir en dos partes bien diferenciadas. La primera es la construcción del modelo

teórico y la segunda comprende el estudio empírico. Ambas son esbozadas a continuación.

4.1. METODOLOGÍA Y FUENTES UTILIZADAS PARA LA ELABORACIÓN DEL MODELO TEÓRICO

En este trabajo hemos desarrollado un modelo teórico explicativo del surgimiento y la difusión de oportunidades tecnológicas a partir de la investigación que tiene lugar en las universidades, así como de su explotación mediante la creación de *spin-offs* universitarias. Para ello hemos llevado a cabo una revisión de la bibliografía relacionada con los objetivos teóricos marcados. Dicha revisión se puede sintetizar en los siguientes puntos:

1. Análisis de la bibliografía existente sobre el concepto de oportunidad empresarial y tecnológica, su origen, difusión y explotación a través de la introducción de innovaciones en la economía. Ello nos lleva a estudiar las oportunidades desde un punto de vista temporal, sectorial y geográfico, para lo que nos hemos basado principalmente en artículos publicados en revistas internacionales de impacto. Entre las más utilizadas podemos destacar *Research Policy*, *Journal of Business Venturing* y *Small Business Economics*. De especial interés ha sido el número 28 de esta última publicación, dedicado íntegramente al análisis de las oportunidades empresariales. Entre los autores más consultados podemos destacar Acs, Z., Audretsch, D., Malerba, F., Orsenigo, L., Casson, M., Nelson, R., Dosi, G., Soete, L., Drucker, F., Freeman, C., Kirzner, I., Sarasvathy, S., Schumpeter, J., Shane, S. o Winter, S.
2. Revisión de la bibliografía dedicada al papel de la universidad como generador de crecimiento económico en el territorio y a los modelos y mecanismos de transferencia de tecnología entre universidad e industria, así como a los efectos que la misma provoca sobre el territorio. Entre las publicaciones más consultadas se encuentran *Research Policy*, *Journal of Technology Transfer* y *Technovation*. Especialmente destacable es el volumen 8 del número 37 de *Research Policy*, dedicado a las interconexiones existentes entre universidad e industria. Entre los autores cuyos trabajos han sido más consultados se encuentran Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L., Nelson, R., Dosi, G. y Winter, S.
3. Estudio de los trabajos publicados sobre las *spin-offs* universitarias, incluyendo el concepto y tipología de las mismas, los factores determinantes de su

creación, las etapas identificables en su proceso de desarrollo y los efectos que provocan en el territorio en el que se asientan. Las principales fuentes de información han sido, al igual que en los casos anteriores, revistas internacionales de impacto entre las que se pueden destacar *Research Policy*, *Journal of Business Venturing*, *Journal of Technology Transfer*, o *Technovation*, habiéndose prestado especial atención al volumen 4 del número 31 de *Journal of Technology Transfer*, dedicado a las universidades como fuente tecnología. Para la elaboración de esta parte del trabajo se consultaron los trabajos de un importante número de autores, entre los que se pueden destacar Vohora, A., Wright, M., Lockett, A. y Clarysse, B.

4. Análisis de la transferencia de tecnología entre universidad y empresa y la promoción de la creación de *spin-offs* universitarias en Europa. En esta parte la bibliografía consultada ha girado sobre:

4.1. Análisis descriptivo del contexto institucional europeo para la transferencia de tecnología. En esta parte de la investigación nos basamos en la tipología que Rubiralta (2004) realiza de las políticas de innovación europeas para describir las características de los diferentes sistemas de innovación y sus modelos de transferencia de tecnología universidad-empresa. Utilizamos la bibliografía que existe al respecto, completando la tipología de Rubiralta (2004) con información procedente de informes elaborados por la UE (Comisión Europea 2003, 2004a y b, 2006, 2007a, b y c y 2008a y b) y documentación de los propios países.

4.2. Análisis descriptivo de la tipología de estrategias de incubación de *spin-offs* que llevan a cabo las universidades europeas. Partimos de la tipología desarrollada por Clarysse et ál. (2005) para identificar los modelos de estrategia de incubación europeos, que completamos con un análisis de otra bibliografía sobre ese aspecto.

Todo ello nos ha proporcionado el marco teórico de referencia sobre el que desarrollar la segunda parte de esta investigación, la cual tiene como objeto la aplicación del modelo teórico de análisis a las estrategias de incubación de *spin-offs* que llevan a cabo las universidades andaluzas.

4.2. METODOLOGÍA Y FUENTES UTILIZADAS PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO EMPÍRICO

La parte empírica de esta tesis doctoral se ha dedicado al análisis y caracterización de las estrategias de incubación de *spin-offs* llevadas a cabo por las universidades andaluzas. Para ello se han utilizado como fuente de información principal los resultados obtenidos a través de una encuesta realizada en cada una de las universidades públicas andaluzas. Dicha encuesta se ha pasado también en la Universidad de Twente, que es la más representativa del denominado modelo de selección baja. Con ello se persigue profundizar en el análisis de las estrategias de *spin-offs* de las universidades andaluzas enmarcadas en ese modelo, comparándolas con la estrategia de una universidad en la que ese modelo se encuentra muy desarrollado. La encuesta realizada recoge información sobre distintos aspectos con el objeto de identificar las estrategias de promoción de *spin-offs* que se llevan a cabo en las universidades analizadas. Con el objetivo de completar el análisis con otros datos de la realidad económica andaluza, se ha recurrido también a fuentes de información secundaria. Entre ellas se han utilizado principalmente las siguientes:

- *Informe CyD 2007 y 2008*, editados por la Fundación CYD.
- *Informe CRUE 2008. La Universidad Española en Cifras*, editado por la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE).
- *Andalucía Datos Básicos 2008*, de la Consejería Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía.
- Bases de datos de personal docente e investigador y número de alumnos en las universidades del Ministerio de Educación, disponibles en su página web.
- Memorias de investigación de las universidades andaluzas.
- Normativas para la creación de empresas en las universidades andaluzas.

Todo ello se completa con varios trabajos sobre la creación de *spin-offs* de la Universidad de Twente y la información obtenida a lo largo de tres meses de estancia en dicha universidad.

5. ESTRUCTURA DEL TRABAJO

Tras este primer capítulo, en el que se plantea el tema objeto de estudio junto con los objetivos y la metodología utilizada, en el capítulo segundo desarrollamos un estudio de las oportunidades empresariales y las oportunidades tecnológicas. Se comienza con una revisión de la bibliografía existente sobre el origen y la naturaleza de las oportunidades empresariales, prestando especial atención a tres elementos ampliamente tratados en la literatura sobre este tema. El primero de ellos es el carácter objetivo o subjetivo de las oportunidades empresariales. Podemos señalar que no existe acuerdo sobre si las oportunidades existen independientemente de que alguien decida explotarlas, es decir, como hecho objetivo, o son sólo medios que una persona se plantea para lograr un fin (la explotación), en cuyo caso serían subjetivas. Un segundo tema de controversia es sobre la necesidad de que haya información nueva para que exista la oportunidad, ya que no existe acuerdo entre los autores sobre si resulta necesario que exista información nueva para que aparezca la oportunidad empresarial o bien ésta puede surgir de una combinación diferente de la información disponible en el mercado. En tercer lugar, se analizan los criterios que permiten diferenciar las oportunidades empresariales del resto de oportunidades, aspecto que ha sido objeto de controversia, existiendo actualmente un importante grado de acuerdo sobre la consideración de que las oportunidades empresariales se diferencian de otras oportunidades para obtener beneficio por suponer la introducción de bienes y servicios en el mercado, es decir, la ejecución de la función empresarial.

A partir de las aportaciones analizadas adoptamos el siguiente concepto de oportunidad empresarial: es la creación o descubrimiento de la posibilidad de generar rentas mediante la introducción de bienes o servicios, incorporando para ello información nueva que puede proceder o no del mercado. Basándonos en diferentes aportaciones, y teniendo en cuenta el concepto que hemos adoptado, diferenciaremos tres tipos de oportunidades empresariales: 1) oportunidades reconocidas por el empresario; 2) oportunidades descubiertas por el empresario y 3) oportunidades creadas por el empresario. A su vez, agruparemos las fuentes de oportunidades en tres grandes grupos: 1) los desequilibrios en la información existente en el mercado; 2) la introducción de información nueva en éste y 3) la actividad empresarial.

Utilizando como elemento de partida el concepto de oportunidad empresarial adoptado y tras una revisión de las principales contribuciones sobre innovación y cambio tecnológico, introducimos un concepto de oportunidad tecnológica: la posibilidad de obtener beneficio económico mediante la introducción de bienes o servicios en el mercado, utilizando para ello una combinación de conocimiento

científico y/o tecnológico y de recursos financieros, materiales y humanos que presenta alguna novedad respecto a las combinaciones utilizadas hasta el momento en el mercado. De este concepto se deduce que el conocimiento científico y tecnológico constituye la fuente de la que surgen las oportunidades tecnológicas, cuya explotación da lugar a la introducción de innovaciones en la economía. Por tanto, para continuar con el estudio de las oportunidades tecnológicas se plantea la necesidad de profundizar en el análisis del conocimiento científico y tecnológico.

El estudio del conocimiento científico y tecnológico nos lleva a concluir que éste evoluciona a través de la sucesión de paradigmas. Las etapas en las que se produce la implantación de los nuevos paradigmas están marcadas por la introducción de un mayor volumen de conocimiento científico y tecnológico nuevo, que da lugar al surgimiento de nuevas oportunidades tecnológicas. Las particularidades que presenta la evolución del conocimiento científico y tecnológico determinan que las oportunidades tecnológicas que de él se derivan se concentren en determinados momentos del tiempo, en ciertas ramas de actividad y regiones. Por ello, la última parte del capítulo se dedica al análisis de la evolución de las oportunidades tecnológicas desde el punto de vista temporal, geográfico y sectorial.

El tercer capítulo de la tesis se dedica al estudio de las oportunidades tecnológicas que surgen a partir de la investigación que se lleva a cabo en las universidades. El capítulo comienza con una revisión del papel que ejerce la universidad como motor del crecimiento económico en el territorio, lo que nos lleva a describir los cambios que se han producido en los últimos años en las funciones que cumple la universidad en la sociedad y en sus relaciones con gobierno e industria. El papel tradicional de la universidad se ha centrado en la docencia y la investigación. Sin embargo, en la actualidad ha cobrado importancia una tercera función, la de agente del desarrollo económico en el territorio en el que se asienta. Algunos autores indican que este cambio en las funciones académicas supone una segunda revolución, ya que la primera se dio al ampliar la función docente con la investigadora.

Como resultado de los cambios que se están produciendo actualmente en las funciones que desarrolla la universidad, ésta ha pasado de ser una institución dedicada a la investigación y la formación a incorporar una nueva misión, fomentar el desarrollo económico del territorio en el que se encuentra instalada. Esta nueva misión se traduce en nuevas actividades, entre las que se incluyen la identificación y explotación de las oportunidades tecnológicas ligadas a la comercialización de los resultados de la investigación que tiene lugar en su seno, de acuerdo con el

denominado “paradigma empresarial” (Etzkowitz et ál., 2000). No obstante, a pesar de la progresiva importancia que el paradigma empresarial está cobrando en las universidades, no hay acuerdo entre los investigadores sobre si éstas deben incluir entre sus objetivos la comercialización de los resultados de las investigaciones que llevan a cabo. Algunos autores consideran que la incorporación de la función empresarial supone un ataque a la integridad de la universidad, o que se debe limitar, para que ésta no pierda su carácter crítico en la sociedad. Esta postura también es apoyada desde el sector industrial por algunos grupos que consideran a las empresas que surgen de la universidad como nuevos competidores.

En una segunda parte de este capítulo se analizan los principales enfoques que estudian la interrelación entre universidad, gobierno e industria ya que, de forma paralela a los cambios que se están dando en la función de la universidad, algunos autores señalan que otras instituciones, como el gobierno y las empresas, también están cambiando (Etzkowitz y Leydesdorff, 1999; Mowery y Sampat, 2005). El primero está adquiriendo un compromiso cada vez mayor con el fomento de la innovación, a la vez que las empresas muestran un interés creciente por las posibilidades de comercialización de los resultados de la investigación que tiene lugar en las universidades. Entre los modelos analizados se destaca el de la Triple Hélice, ya que se considera que es el que refleja mejor las relaciones entre universidad, industria y gobierno que se dan en los países más avanzados. Ello se debe a dos razones principales. Por un lado, en este modelo la universidad cobra más importancia que en los anteriores, siendo es un elemento clave del sistema. Por otro lado, es un modelo dinámico, de modo que contempla la evolución de la universidad, el Estado y la industria y las interrelaciones que se establecen entre ellos, ofreciendo una visión dinámica de cada uno de ellos y del conjunto del sistema.

En la tercera parte del capítulo se analizan diferentes aspectos de la transferencia de tecnología entre universidad e industria. El análisis toma la idea de que la transferencia de conocimiento y tecnología desde las universidades y los centros de investigación hace posible que los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo en estas instituciones puedan tener aplicación en el sector productivo, mediante la creación de nuevas empresas innovadoras o la transformación de las existentes, contribuyendo con ello a la creación de empleo y riqueza (Cohen et ál., 2002: 1; Harmon et ál., 1997: 424; Mowery y Shane, 2002: iv; Rasmussen et ál., 2003: 518; Lööf y Broström, 2008: 88). En el análisis se puede identificar tres partes. En la primera se revisan los dos modelos principales que se pueden encontrar en la literatura sobre transferencia tecnológica. En la segunda se analiza el impacto de la

transferencia de tecnología. En la tercera parte se detallan los mecanismos de transferencia de tecnología, que se agrupan de acuerdo con la intencionalidad de la transferencia, distinguiendo los instrumentos de transferencia no intencionada, entre los que destacan los *spillovers* de conocimiento, de los instrumentos intencionados, como las patentes y las *spin-offs* universitarias. A éstas se dedica la cuarta y última parte del capítulo.

La sección dedicada a las *spin-offs* universitarias comienza buscando una definición. Para alcanzarla se parte de un concepto general de *spin-off* y se analizan distintas definiciones existentes en la literatura sobre el tema. En base a ellas se establece que la *spin-off* universitaria es una empresa creada por personal de la universidad y que recibe de ésta transferencia de tecnología, no necesariamente formalizada. A continuación se analiza el proceso de formación y evolución de las *spin-offs* y se establece una tipología de las *spin-offs* universitarias de acuerdo con varios criterios, prestando especial atención al que se basa en la posición que ocupa el emprendedor en la universidad para distinguir así entre las *spin-offs* académicas – creadas por investigadores y profesores– y las estudiantiles –promovidas por estudiantes–. A las primeras se dedica el siguiente capítulo de este trabajo, ya que se considera que se caracterizan por incorporar un mayor nivel de conocimiento que las creadas por estudiantes.

El cuarto capítulo se divide en tres partes. En la primera se revisan los factores que influyen sobre la creación de *spin-offs* académicas, dividiéndose en cuatro grupos: atributos personales de los investigadores, recursos organizativos de la universidad, factores institucionales y determinantes externos o ambientales. En la segunda parte, tomando como punto de partida los resultados de la investigación que se realiza en la universidad se trata el proceso de formación de la empresa *spin-off*. Para ello se siguen los esquemas de Nlemvo Ndonzuau et ál. (2002) y Vohora et ál. (2004), lo que nos lleva a distinguir cuatro etapas: la generación de la idea de negocio, el desarrollo del proyecto empresarial, el lanzamiento de la *spin-off* académica y el fortalecimiento de la creación de valor económico. Por tanto, desde esa perspectiva, el resultado final del proceso será la creación de valor económico en el entorno geográfico de la empresa creada, aspecto al que se dedica la tercera y última parte del capítulo, en la que se trata la literatura sobre el impacto económico que las *spin-off* provocan sobre la universidad y el territorio en el que se asientan.

El quinto capítulo trata sobre el contexto institucional de la transferencia de tecnología entre universidad y empresa y las estrategias de fomento de las *spin-offs*

académicas en Europa. Se divide en dos partes. En la primera se revisan los modelos europeos de transferencia de tecnología que se han identificado en la bibliografía existente sobre el tema. Éstos son el modelo anglosajón, modelo nórdico, modelo centroeuropeo y modelo mediterráneo. A continuación se analizan en profundidad cada uno de ellos, para lo que se estudian los siguientes aspectos.

La segunda parte del capítulo se dedica al análisis de las estrategias de incubación que llevan a cabo las universidades. Aunque la promoción de la creación de empresas *spin-offs* por parte de las universidades es una tendencia general en Europa, no todas las universidades dedican el mismo nivel recursos a la creación de *spin-offs* académicas, ni establecen las mismas estrategias para fomentarlas. Ello ha permitido identificar diferentes modelos incubación que, de acuerdo con Clarysse et al. (2005), se distinguen según la financiación, la organización, los recursos humanos, la tecnología y las infraestructuras. Dicha contribución se enriquece con la de otros autores que añaden, como elementos diferenciadores, el número de *spin-offs* y otras características que influyen en la elección de la estrategia a seguir, como el entorno de la universidad. Todo ello nos lleva a concluir que existen tres modelos de incubación principales, reconocidos por Clarysse et al. (2005): 1) Modelo de selección baja (*low selective model*); 2) Modelo de apoyo (*supportive model*); 3) Modelo de incubadora (*incubator model*). Cada uno de ellos se corresponde con una estrategia diferente, e implica una dotación distinta de recursos.

El sexto y último capítulo se dedica al análisis de las estrategias de incubación de *spin-offs* que llevan a cabo las universidades públicas andaluzas. En él se desarrollan los resultados obtenidos del trabajo empírico de esta tesis. Este capítulo se divide en siete epígrafes, siendo la introducción el primero de ellos. En ella se plantean los objetivos de la investigación y la metodología seguida para lograrlos. Dentro de ésta, tiene una importancia singular una encuesta realizada en las OTRIs de las universidades públicas andaluzas. En esta parte del capítulo se revisan diferentes aspectos de la elaboración de la encuesta y la recolección y el procesamiento de los resultados.

En los siguientes apartados del capítulo se desarrollan los resultados obtenidos a partir del análisis empírico. El segundo apartado se dedica a revisar la intensidad con que las universidades andaluzas han creado *spin-offs* a lo largo de los últimos años, lo que nos permite obtener una primera impresión sobre los resultados que cada una de las universidades ha obtenido con su estrategia de incubación, observándose importantes diferencias entre ellas. En el siguiente apartado se evalúa la cultura

empresarial de las universidades públicas andaluzas, encontrándose también notables diferencias entre los centros universitarios analizados, tanto en la valoración que recibe la cultura empresarial como en el uso de instrumentos para fomentarla.

En la cuarta parte del capítulo se describen las estrategias de incubación de *spin-offs* que han seguido las universidades analizadas. Se persigue así identificar cuáles son los modelos que dominan en cada una de ellas. Los resultados obtenidos, que se recogen en un quinto apartado, ponen de manifiesto que predomina un modelo de incubación asimilable a lo que Clarysse et ál. (2005) denominan modelo de selección baja, aunque sus características varían notablemente entre distintos grupos de universidades. Para confirmar esos resultados se ha utilizado un análisis cluster. El sexto apartado se dedica profundizar en el comportamiento de las universidades andaluzas tomando como referencia la estrategia llevada a cabo por la Universidad de Twente, que es la más representativa del modelo de selección baja. Por último, se establecen las conclusiones de este análisis y se aportan algunas recomendaciones para la política de promoción de *spin-offs*.

CAPÍTULO 2:
**LAS OPORTUNIDADES EMPRESARIALES Y LAS OPORTUNIDADES
TECNOLÓGICAS**

CAPÍTULO 2: LAS OPORTUNIDADES EMPRESARIALES Y LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS

1. LAS OPORTUNIDADES EMPRESARIALES

Dentro del campo de estudio del Entrepreneurship, las oportunidades empresariales han recibido una atención creciente por parte de algunos investigadores en los últimos años. Por ejemplo, Shane y Venkataraman (2000) definen el campo de estudio del Entrepreneurship como el estudio de “cómo, por quién y con qué efectos las oportunidades para crear futuros productos y servicios son descubiertas, evaluadas y explotadas” (Shane y Venkataraman, 2000:218).

Sin embargo, la mayor parte de la investigación en Entrepreneurship se ha dirigido al estudio del descubrimiento, la explotación y los efectos de las oportunidades empresariales, sin prestar apenas atención a su naturaleza y origen (McMullen et ál., 2007:273). En consecuencia, los desarrollos empíricos sobre Entrepreneurship pueden carecer de consistencia, ya que les falta parte de la base teórica que debe sustentarlos, según señala Holcombe (2003:27).

Un concepto de oportunidad empresarial bien aceptado ha sido el de Shane y Venkataraman (2000), para los que las oportunidades empresariales se definen como nuevas relaciones entre medios y fines por medio de las cuales nuevos productos, servicios, materias primas y métodos de organización pueden ser introducidos en el mercado y vendidos a un precio mayor que su coste de producción (Shane y Venkataraman, 2000:220; McMullen et ál., 2007:273). Se trata de un concepto muy amplio y bastante genérico, lo que ha favorecido su aceptación (McMullen et ál., 2007:273). En nuestra opinión, es excesivamente simple, al no considerar la naturaleza de la oportunidad empresarial, lo que requiere un análisis más profundo del concepto.

1.1. ORIGEN Y NATURALEZA DE LAS OPORTUNIDADES EMPRESARIALES

Tres aspectos que han sido tratados en la literatura sobre oportunidades empresariales son clave para aproximarse a su naturaleza y origen:

1. Carácter objetivo o subjetivo de las oportunidades empresariales.
2. La necesidad de información nueva para que exista la oportunidad.
3. Los criterios que permiten diferenciar las oportunidades empresariales del resto de oportunidades.

Objetividad-subjetividad de las oportunidades empresariales

El carácter objetivo o subjetivo de las oportunidades se puede considerar la fuente más importante de controversia entre los investigadores que han estudiado la naturaleza de las oportunidades empresariales. No existe acuerdo sobre si las oportunidades existen independientemente de que alguien decida explotarlas, es decir, como hecho objetivo, o son sólo medios que una persona se plantea para lograr un fin (la explotación), en cuyo caso serían subjetivas (McMullen et ál., 2007:276).

Entre los autores que consideran que las oportunidades empresariales tienen naturaleza objetiva se puede destacar a Casson y Wadeson (2007), que identifican la oportunidad con un proyecto. De acuerdo con su idea, la economía se puede definir como un sistema de proyectos interdependientes, relacionados por flujos de información y recursos materiales. Cada proyecto genera bienes y servicios, de modo que un proyecto simple da lugar a un único producto o servicio y un proyecto complejo a varios. Puesto que tanto la información como los recursos materiales son escasos, el problema económico de una sociedad se centra en seleccionar el conjunto óptimo de proyectos. Dada la situación de la economía en un determinado momento, existirán una serie de proyectos que serán los que mejor respondan a las necesidades de la sociedad, aunque, debido a la escasez de información, algunos de estos proyectos no serán identificados (Casson y Wadeson, 2007:287). Una oportunidad se define como un proyecto potencialmente beneficioso, que podría formar parte del conjunto óptimo de proyectos, pero que se encuentra sin explotar debido a los altos costes que supone conseguir información para descubrirlo (Casson y Wadeson, 2007:286).

En esa línea, la oportunidad como un hecho objetivo se encuentran también Shane y Venkataraman (2000), que señalan que las oportunidades existen antes e independientemente de su descubrimiento y explotación; así, aunque su identificación sea un proceso subjetivo, su existencia se considera un fenómeno objetivo (Buenstorf, 2007:326). Esta idea se encuentra implícita en su definición de Entrepreneurship:

“We define the field of Entrepreneurship as the scholarly examination of how, by whom, and with what effects opportunities to create future goods and services are discovered, evaluated and exploited. Consequently, the field involves the study of sources of opportunities; the processes of discovery, evaluation and exploitation of opportunities; and the set of individuals who discover, evaluate and exploit them.” (Shane y Venkataraman 2000:218).

Por otro lado, también Kirzner considera que las oportunidades empresariales tienen naturaleza objetiva. Para Kirzner las oportunidades surgen de la existencia de diferencias en el acceso a la información que tienen los agentes que actúan en el mercado (Murphy, 2004:5). Puede ocurrir que un empresario tome decisiones de forma incorrecta, puesto que la información de la que dispone para ello no es completa, lo que le impide tomar la mejor decisión posible. En este caso se producirán excesos de oferta y de demanda, que constituyen oportunidades de negocio para aquellas personas que, caracterizadas por su perspicacia, los detecten, pudiendo comprar y vender recursos para obtener beneficios. Por tanto, las oportunidades empresariales que Kirzner plantea en su obra son objetivas, ya que existen en el mercado debido a las asimetrías en la distribución de la información y son descubiertas por los agentes que presentan un mayor grado de perspicacia:

“No podemos negar que las oportunidades de beneficio empresarial puro se originan en la imperfección del conocimiento por parte de los participantes en el mercado [...] Sólo la introducción de la ignorancia abre la posibilidad de que existan estas oportunidades sin explotar, así como la posibilidad de que el primero en descubrir el verdadero estado de las cosas obtenga los beneficios de él derivados, innovando, cambiando y creando [...] El aspecto del conocimiento realmente importante para la cuestión de la empresarialidad no es tanto el conocimiento sustantivo de los datos del mercado como la perspicacia, el conocimiento de dónde encontrar esos datos” (Kirzner, 1998:80).

La visión de Kirzner relativa a que las oportunidades existen y tienen que ser descubiertas es similar a la de Shane y Venkataraman. Sin embargo, a diferencia de Kirzner, ponen énfasis en que el empresario potencial esté familiarizado con la información a partir de la que surge la oportunidad (Buenstorf, 2007:326).

Entre los autores que señalan la existencia de oportunidades de naturaleza subjetiva destacan Sarasvathy et ál. (2003) y Álvarez y Barney (2007). Estos autores consideran que las oportunidades, además de ser descubiertas, pueden ser creadas; en este caso, las oportunidades son subjetivas, de modo que no existen hasta que no son creadas por el empresario (Álvarez y Barney, 2007:5). En esta situación no existen ni la demanda ni la oferta, por lo que es necesario crear un nuevo mercado. La oportunidad empresarial supone la posibilidad de obtener beneficios por la existencia de imperfecciones en los mercados, pero desde esta perspectiva no se considera que las imperfecciones se deban a la aparición de información externa al mercado, sino

que son generadas por el propio empresario (Álvarez y Barney, 2007:22). Se considera que en el proceso empresarial no existen fines, sino que se van construyendo a partir de los medios disponibles y mediante la interacción con el entorno. En este caso las oportunidades no existen cuando el empresario empieza a actuar, sino que constituyen una posibilidad, y son el resultado de la interacción entre el agente y su entorno (Álvarez y Barney, 2007:22; Sarasvathy et ál., 2003:156).

El proceso de creación de oportunidades se desarrolla a lo largo de una trayectoria en la cual el empresario actúa según sus creencias sobre las oportunidades y observa la reacción que sus acciones provocan en los consumidores y los mercados, puesto que antes de que el empresario desarrolle su actividad la oportunidad es sólo una posibilidad y el empresario no sabe si en realidad se va a producir o no (Álvarez y Barney, 2007:24). En el caso de que se equivoque, el empresario puede desarrollar nuevas creencias sobre las oportunidades a partir de la información que recibe de su interacción con el entorno, lo cual constituye un proceso de aprendizaje. Si a pesar de los cambios el empresario considera que se ha equivocado, puede retroceder en el proceso de creación de la oportunidad o abandonarlo:

“As entrepreneurs act upon their initial beliefs about opportunities and then observe the market responses, beliefs are transformed reflecting the acquisition and creation of information. [...] Often, entrepreneurs learn that these additional beliefs are not justifiable, and are forced to rethink their beliefs. Indeed, after several iterative actions, evaluations and reactions entrepreneurs may even decide that they misinterpreted the results of previous actions and go back several sequences and start again or even abandon the entire process altogether.” (Álvarez y Barney, 2007:17).

Sarasvathy (2001a:245) explica este proceso con un ejemplo: parte de la idea de un empresario que considera que existe una oportunidad de negocio en la distribución de comida hindú en su ciudad y, en principio, como sus recursos son limitados, decide no tener local y repartir la comida a domicilio. Con el tiempo, el negocio funciona bien y el empresario decide instalarse en un local ofrecer allí su comida. Más tarde, se da cuenta de que lo que interesa a su clientela no es realmente la comida hindú, sino su charla, por lo que decide cerrar el restaurante y ser escritor, dedicándose a escribir libros de autoayuda. En este ejemplo, Sarasvathy incorpora las dos ideas clave del enfoque de la creación de oportunidades: el empresario parte los

medios de los que dispone y transforma su actividad de acuerdo con las señales que recibe a través de su interacción con el entorno.

Sarasvathy et ál. (2003) consideran que el concepto de oportunidad empresarial es complejo y puede dar cabida a varias visiones diferentes, siendo la de la creación sólo una de ellas. Así, no se puede concluir que las oportunidades sean objetivas o subjetivas por naturaleza, sino que dependiendo del entorno se desarrolla un tipo u otro de oportunidades. Por otro lado, Companys y McMullen (2007) analizan el pensamiento económico sobre oportunidades empresariales identificando en él tres escuelas de acuerdo con la visión que presentan de las éstas:

- La escuela económica: en esta escuela se enmarcan los autores que consideran que las oportunidades empresariales surgen debido a cambios en el conocimiento, entendido éste como un *stock* de datos significativos o información sobre los recursos materiales. En este caso, las oportunidades se consideran preexistentes al descubrimiento y, por tanto, su existencia se observa como un hecho objetivo (Companys y McMullen, 2007:303).
- La escuela cognitiva-cultural: recoge las aportaciones que identifican la oportunidad como una redefinición de un problema a resolver. En esta visión las oportunidades son subjetivas porque dependen del grado de ambigüedad del entorno y de la habilidad de los actores sociales para desarrollar los modelos mentales necesarios para interpretarlos y definirlos como oportunidades (Companys y McMullen, 2007:305).
- La escuela sociopolítica: supone una visión intermedia entre las dos escuelas anteriores y desarrolla un concepto objetivo de la oportunidad empresarial, aunque ésta adquiere subjetividad conforme los empresarios desarrollan los marcos ideológicos para su explotación y movilizan los medios para llevarla a cabo (Companys y McMullen, 2007:307).

Necesidad de información nueva para que exista la oportunidad

Un segundo aspecto de gran interés para aproximarse al concepto de oportunidad empresarial es si resulta necesario que exista información nueva para que aparezca la oportunidad empresarial o bien ésta puede surgir de una combinación diferente de la información disponible en el mercado. Existe un importante grado de acuerdo sobre la idea de que el origen de las oportunidades se encuentra en la existencia de imperfecciones en la información, puesto que, por definición, si el mercado funcionara en competencia perfecta las oportunidades empresariales no

tendrían sentido (Kirzner, 1998:55; Murphy et ál., 2006:13; Murphy, 2004:62; Shane y Eckhardt, 2003:162):

“En un mundo de conocimiento perfecto, esto es, en un mundo en el que se han excluido por definición las oportunidades de ganancia no explotadas, este autor de decisiones [empresario] no tiene nada que hacer, no tiene campo para ejercitar una toma de decisiones” (Kirzner, 1998:55).

El origen de las imperfecciones en la distribución de la información puede estar en la introducción de información nueva en el mercado (Casson, 1991:23; Schumpeter, 1939) o en la existencia de desequilibrios en la información existente en el mismo (Kirzner, 1998:86; Murphy, 2004:5). De acuerdo con este criterio se pueden diferenciar dos tipos de oportunidades (Buenstorf, 2007:326):

- Oportunidades schumpeterianas u oportunidades para la innovación: surgen de la introducción de información nueva en el mercado.
- Oportunidades kirznerianas u oportunidades para el arbitraje: surgen de la recombinación de la información existente en el mercado.

Dentro del primer grupo se encuentra la idea de oportunidad empresarial que Schumpeter mantiene en su obra, que basa en el surgimiento de nueva información en el mercado. Así, en la economía surge una información que antes no existía, y a la luz de la cual el empresario puede recombinar los recursos productivos de forma que sea posible obtener beneficio económico (Shane, 2003:21). En el mismo sentido, Casson considera que la disponibilidad de información nueva es un elemento clave para la formación de las oportunidades empresariales:

“Existirá demanda de servicios empresariales siempre que existan oportunidades para combinar recursos. Las oportunidades existirán siempre que haya una nueva información disponible, a la luz de la cual la combinación de recursos existentes se muestra ineficiente” (Casson, 1991:25).

En cambio, otros autores, como Kirzner o Murphy, consideran que no es necesario que exista información nueva en el mercado, de modo que la recombinación de la información existente puede dar lugar a una oportunidad empresarial. Así, por ejemplo, en el caso de las oportunidades de arbitraje, éstas pueden surgir de las decisiones que han tomado previamente otros agentes, en muchos casos de forma

errónea, y que han dado lugar a cambios en la escasez relativa de bienes y recursos, permitiendo que exista (al menos temporalmente) una oportunidad empresarial (Murphy, 2004:5). Sin embargo, Buenstorf considera que incluso en este caso existe un conocimiento nuevo, ya que el agente que reconoce la oportunidad posee un conocimiento que sus predecesores no tenían: de los cambios que éstos han provocado en el mercado con sus actividades. Por ello, Buenstorf considera que la principal diferencia entre las oportunidades kirznerianas y las schumpeterianas se encuentra en si la oportunidad es indicada por el sistema de precios, es decir, si el nuevo conocimiento existe en el mercado o sólo fuera del mismo (Buenstorf, 2007:326).

Las oportunidades kirznerianas y schumpeterianas presentan además otras diferencias entre sí:

1. su capacidad para equilibrar o desequilibrar el mercado;
2. el grado de innovación que incorporan;
3. su abundancia en el mercado.

En cuanto a la primera diferencia, Kirzner considera que las oportunidades empresariales equilibran el mercado, ya que surgen de la existencia de desequilibrios entre la oferta y la demanda, que desaparecen con la explotación de la oportunidad. La visión de Kirzner del empresario es la de un agente que equilibra los desajustes que existen en el mercado. Esta característica lo diferencia radicalmente del empresario schumpeteriano, que se caracteriza por desequilibrar los mercados (Murphy, 2004:5). Schumpeter parte en su análisis de una situación de equilibrio en el mercado. En este contexto aparecen las oportunidades empresariales a partir de la existencia de una nueva información, lo que permite que se puedan crear empresas que incorporan una nueva función de producción, generando beneficios para los empresarios. Kirzner compara su concepto de empresario con el de Schumpeter (Kirzner, 1998:86):

“El empresario de Schumpeter actúa para perturbar una situación existente de equilibrio. La actividad empresarial desbarata el círculo cadencioso. El empresario inicia el cambio y genera nuevas oportunidades [...] se presenta como una fuerza desequilibradora. En contraste con esto, mi concepción del empresario insiste en los aspectos equilibradores de su función [...] Aunque también para mí

sólo mediante el empresario pueden tener lugar los cambios, considero éstos como cambios equilibradores.” (Kirzner, 1998:86).

En segundo lugar, las oportunidades de Kirzner no conllevan necesariamente un alto grado de innovación¹, sino que pueden ser poco innovadoras e incluso imitadoras, mientras que para Schumpeter contienen un alto grado de novedad:

“La empresarialidad no consiste tanto en la introducción de nuevos productos o técnicas de producción como en la habilidad de ver dónde los nuevos productos se han hecho insospechadamente valiosos para los consumidores, y dónde los nuevos métodos de producción se han hecho factibles” (Kirzner, 1998:93).

Por último, las oportunidades empresariales de Kirzner pueden ser relativamente abundantes en el mercado. Por esta razón, su explotación conlleva un reducido nivel de riesgo para el empresario, que no precisará de grandes infraestructuras para explotar la oportunidad. En el caso de las oportunidades schumpeterianas, dado su carácter altamente innovador, son relativamente escasas en el mercado y su explotación implica un riesgo importante para el empresario, que además necesitará una infraestructura nueva para poder explotarlas. En una visión posterior de Schumpeter (1942), la figura del empresario individual pierde importancia en favor de las empresas grandes, que son las que pueden llevar a cabo investigación y, a partir de sus resultados, introducen innovaciones en el mercado (Acs y Audretsch, 1987; Schumpeter, 1911; Shane y Katila, 2002).

Criterios que diferencian las oportunidades empresariales del resto de oportunidades

Existe un importante grado de acuerdo entre los autores sobre la consideración de que las oportunidades empresariales, a diferencia de otras oportunidades para obtener beneficio, suponen la introducción de bienes y servicios en el mercado, es decir, la ejecución de la función empresarial (McMullen et ál., 2007:280). Considerando que toda acción humana está dirigida a la consecución de un beneficio, en el sentido más amplio, el calificativo empresarial se añade para denominar el modo en que se logra obtener el beneficio, en este caso mediante la introducción de productos y servicios en el mercado (Companys y McMullen, 2007:303).

Como se ha señalado, la búsqueda de beneficio es el elemento determinante que impulsa al empresario a explotar una oportunidad empresarial mediante la introducción de bienes y servicios en el mercado; sin embargo, no existe acuerdo si ese beneficio debe ser necesariamente económico. De acuerdo con Casson y Wadeson (2007) se puede señalar que las teorías austriacas, pioneras en el desarrollo del concepto de oportunidad empresarial, enfatizan la importancia de las recompensas materiales en el concepto de oportunidad empresarial. Sin embargo, autores como Schumpeter destacan que el empresario puede guiarse por otro tipo de recompensas en su decisión de explotar una oportunidad empresarial. Así, motivaciones alternativas podrían ser la consecución de un determinado status social o el interés por fundar una dinastía (Casson y Wadeson, 2007:287).

1.2. UN CONCEPTO DE OPORTUNIDAD EMPRESARIAL

Del análisis realizado en las páginas anteriores extraemos las siguientes conclusiones:

1. Consideramos que el beneficio económico es el objetivo que se persigue al explotar una oportunidad empresarial. De forma adicional pueden existir otras motivaciones, como el afán de logro o el deseo de mejorar el estatus social; sin embargo, el interés económico se considera una condición necesaria. En el caso de que éste no exista, podrá haber una oportunidad, pero no empresarial. Por ejemplo, un empresario puede explotar una oportunidad por considerar que ello genera beneficios para la sociedad. Incluso ésta puede ser su motivación principal, pero la obtención de rentas también debe estar entre sus objetivos. En caso contrario, no sería un empresario.

2. Las oportunidades pueden existir de forma objetiva y pueden ser creadas; de este modo, algunas oportunidades serán descubiertas y otras serán creadas expresamente por los empresarios existentes o potenciales (Álvarez y Barney, 2007:5; Sarasvathy et ál., 2003:145). De acuerdo con este criterio se diferenciarán tres tipos de oportunidades que serán analizados más adelante.

3. Debe existir información nueva para que exista la oportunidad, ya que no se considera que pueda generarse una oportunidad a partir de la mera recombicación de la información existente (Olsson, 2005:49; Sanders, 2007:342;). Ello no supone que no consideremos las oportunidades kirznerianas como oportunidades empresariales, sino que entendemos, de acuerdo con Buenstorf, que en ellas sí existe información nueva, aunque ésta no proceda necesariamente de fuera del mercado; por el contrario, la

información nueva puede encontrarse en el mercado o fuera de él (Buenstorf, 2007:326).

Todo ello nos lleva a adoptar el siguiente concepto de oportunidad empresarial: es la creación o descubrimiento de la posibilidad de generar rentas mediante la introducción de bienes o servicios, incorporando para ello información nueva que puede proceder o no del mercado.

1.3. TIPOLOGÍA DE OPORTUNIDADES EMPRESARIALES

En la literatura económica se pueden encontrar diferentes tipologías de oportunidades empresariales, elaboradas a partir de distintos criterios. En este trabajo, basándonos en Sarasvathy et ál. (2003) y Álvarez y Barney (2007), y teniendo en cuenta el concepto que anteriormente hemos adoptado, diferenciaremos tres tipos de oportunidades:

1. oportunidades reconocidas por el empresario;
2. oportunidades descubiertas por el empresario;
3. oportunidades creadas por el empresario.

Como se verá a continuación, cada uno de ellos implica distintos conceptos de empresario y de proceso empresarial.

Oportunidades reconocidas por el empresario

Las oportunidades reconocidas por el empresario se definen como la posibilidad de recolocar de forma más eficiente los recursos productivos teniendo como objetivo la obtención de beneficios económicos. En este enfoque tanto la demanda como la oferta del bien en el que se centra la oportunidad son bien conocidas por el agente empresarial, quien “reconoce” las oportunidades mediante un proceso deductivo (Sarasvathy et ál., 2003:146).

El entorno en que esta visión de las oportunidades se puede considerar más adecuada se encuentra caracterizado por la existencia de un mercado en competencia perfecta, en el cual es posible alcanzar un equilibrio, es decir, una situación en la que el uso de los recursos es el óptimo y en la que no hay oportunidades empresariales, puesto que no es posible alcanzar una situación mejor. En este contexto se considera que toda la información existente se encuentra disponible para cualquier agente, aunque distribuida de modo aleatorio y su adquisición supone un coste. En esta situación hay dos casos en los que existe la posibilidad de beneficios empresariales; en primer lugar, las oportunidades pueden aparecer de modo transitorio en las

situaciones en las que el equilibrio aun no ha sido alcanzado; y en segundo lugar, la oportunidad de beneficio se puede encontrar en la diferencia entre el coste de obtener información y el posible beneficio que derive de su uso.

Oportunidades descubiertas por el empresario

Las oportunidades empresariales descubiertas se entienden como la posibilidad de corregir errores existentes en el sistema y crear nuevas vías para alcanzar determinados fines (Sarasvathy et ál., 2003:146). En este caso se conoce únicamente la demanda o la oferta del bien, permaneciendo el otro componente desconocido, por lo que las oportunidades deben ser “descubiertas” mediante un proceso inductivo. Dentro de esta visión del proceso empresarial como descubrimiento destacan las aportaciones de Shane (Shane, 2003; Shane y Venkataraman, 2000).

El entorno en el que esta visión de la oportunidad se puede insertar mejor está caracterizado por una distribución imperfecta de la información, que se puede explicar por varias razones:

- Diferente acceso de los individuos a las fuentes de información (Sarasvathy et ál., 2003:151; Shane y Eckhardt, 2003:162): mientras algunos individuos se encuentran cerca de las fuentes de información relacionadas con la oportunidad, para otros, su acceso a dicha información es más complicado.
- Posibilidad de errores: si tenemos en cuenta que muchas de las decisiones que se toman en este entorno están guiadas por suposiciones y creencias, se considera que pueden llevar a los agentes a tomar decisiones erróneas. En este caso se producirán excesos de oferta y de demanda, que constituyen oportunidades de negocio para aquellas personas que los detecten, pudiendo comprar y vender recursos para obtener beneficios (Kirzner, 1998).
- Introducción de información nueva: las imperfecciones en la información existente pueden provenir de la aparición de información nueva en el mercado (Álvarez y Barney, 2007:13). Es el caso de la innovación en la teoría de Schumpeter (1911, 1939), en la que la información nueva puede proceder de cambios tecnológicos, en la política y la regulación o sociales y demográficos.

En este caso las oportunidades existen independientemente de que alguien las explote o no, ya que son creadas a partir de cambios exógenos a la actividad

empresarial (Álvarez y Barney, 2007:14; Murphy et ál., 2006:13). Su existencia se considera, por tanto, un hecho objetivo.

Oportunidades creadas por el empresario

Las oportunidades empresariales creadas se entienden en una situación en la que no existen ni la demanda ni la oferta, por lo que es necesario crear un nuevo mercado. La oportunidad empresarial supone, al igual que en el enfoque anterior, la posibilidad de obtener beneficios por la existencia de imperfecciones en los mercados, pero a diferencia del descubrimiento de oportunidades, desde esta perspectiva no se considera que las imperfecciones se deban a la aparición de información externa al mercado, sino que son generadas por el propio empresario (Álvarez y Barney, 2007:22). Esta visión se identifica con la idea del proceso empresarial de Sarasvathy: un proceso creativo en el que el empresario parte de los medios y herramientas disponibles en el presente para diseñar algo completamente nuevo y distinto de lo existente.

Desde esta perspectiva se plantea la posibilidad de un razonamiento alternativo a la racionalidad casual, que se puede definir como “efectual” (*effectuation*). Se considera que en el proceso empresarial no existen fines, sino que se van construyendo a partir de los medios disponibles y mediante la interacción con el entorno.

“Effectuation processes take a set of means as given and focus on selecting between possible effects that can be created with that set of means.” (Sarasvathy, 2001a:245).

En este caso, las oportunidades no existen cuando el empresario empieza a actuar, sino que constituyen una posibilidad, y son el resultado de la interacción entre el agente y su entorno (Álvarez y Barney, 2007:22; Sarasvathy et ál., 2003:156):

“Designing entrepreneurs take up possibility as a tool and fashion it into opportunity through imaginative interaction both with their tools and with the society in which they live.” (Sarasvathy, 2004:526).

Una crítica a la tipología de oportunidades

La tipología de oportunidades empresariales expresada anteriormente ha sido objeto de críticas, que se han centrado principalmente en el primer tipo de oportunidades, las oportunidades reconocidas por el empresario. Buenstorf señala que las características que Sarasvathy et ál. (2003) identifican en este tipo de

oportunidades no son las adecuadas, ya que, de acuerdo con ellas, las oportunidades kirznerianas se podrían identificar como oportunidades reconocidas por el empresario. Ello supondría relacionar las oportunidades kirznerianas con un entorno caracterizado por la existencia de un mercado en competencia perfecta, elemento que no se encuentra presente en los trabajos de Kirzner. Además, las oportunidades reconocidas por el empresario aparecen en los mercados que se encuentran en equilibrio, pero varias aportaciones han señalado que en una situación de equilibrio perfecto no existen oportunidades empresariales en el mercado, sino únicamente oportunidades para el arbitraje (Kirzner, 1997; Murphy et ál., 2006; Schumpeter, 1976a; Shane y Eckhardt, 2003). Siguiendo a Shane, por ejemplo, se puede señalar que para estudiar el fenómeno del Entrepreneurship es necesario asumir el desequilibrio, debido a tres razones principales (Shane, 2003; Shane y Eckhardt, 2003):

1. En las teorías del equilibrio se considera que los precios incorporan toda la información disponible, de modo que el agente empresarial puede tomar sus decisiones con información plena a través de los precios; sin embargo, los precios no incorporan cierta información necesaria para la colocación de recursos, por ejemplo, ¿cómo puede reaccionar la demanda ante el uso de una nueva tecnología?
2. Para que se produzca el equilibrio los agentes deben poseer información de futuro, para lo que sería necesaria la existencia de mercados de futuro. Sin embargo, estos mercados no existen para todos los bienes. El problema de la información para el agente se complica aún más en el caso de actividades creativas, como las empresariales, en las que, por ejemplo, sería difícil diferenciar si una empresa ha fracasado por mala gestión o por mala suerte.
3. En las teorías de equilibrio las decisiones se toman por optimización. Sin embargo, en la actividad empresarial la optimización no siempre es posible, puesto que toda la información necesaria para ello no suele estar disponible y el empresario tiene que tomar decisiones creativas basándose en suposiciones y creencias (Baumol, 1993).

De todo ello se desprende que el uso de las teorías del equilibrio no es adecuado para el estudio de las oportunidades empresariales, lo que nos lleva a concluir que los tipos de oportunidades empresariales serán principalmente dos: las oportunidades creadas y las descubiertas por el empresario.

1.4. FUENTES DE LAS OPORTUNIDADES EMPRESARIALES

En la literatura sobre oportunidades tecnológicas se pueden encontrar diversas clasificaciones de las fuentes de las que éstas surgen. Entre las más exhaustivas se puede citar la de Drucker (1986), quien realiza un análisis detallado de las mismas, tanto dentro como fuera de la industria. Otra clasificación amplia es la de Cáceres (2005), quien explica las diferentes fuentes y las posibles tipologías de oportunidades que cada una de ellas genera. Entre las clasificaciones más sintéticas, podemos destacar la de Schumpeter (1911) y la de Shane (2003), que diferencian el surgimiento de información externa al mercado y los desequilibrios de información presentes en éste. Por otro lado, Holcombe (2003) diferencia tres fuentes de oportunidades: los factores que desequilibran el mercado, los factores que aumentan las posibilidades de producción y, la más importante, la actividad empresarial previa. Además, como se ha señalado anteriormente, autores como Álvarez y Barney (2007) y Sarasvathy et ál. (2003) consideran que las oportunidades pueden ser creadas por los propios empresarios, de modo que su fuente no sería otra que la propia actividad empresarial. Tomando como referencia estas aportaciones, agruparemos las fuentes de oportunidades en tres grandes grupos de acuerdo con su origen:

1. los desequilibrios en la información existente en el mercado;
2. la introducción de información nueva en éste;
3. la actividad empresarial.

Desequilibrios den la información existente

En primer lugar, la existencia de desequilibrios en la información disponible en el mercado supone que, al no ser perfecta la distribución de la información existente, algunos agentes puedan identificar oportunidades empresariales al recibir información que otros agentes no tienen (Shane, 2003:22). Nos encontramos así en el caso de las oportunidades generadas por información nueva disponible en el mercado. Podemos citar varias fuentes de desequilibrios:

- Ineficiencias en el funcionamiento de los mercados (Cáceres, 2005:31): Los agentes pueden detectar la existencia de ciertas ineficiencias, de modo que la reducción o eliminación de las mismas puede suponer una oportunidad de obtener beneficio económico.
- Fallos en la actividad empresarial: Drucker considera que los errores en la actividad de los empresarios pueden manifestarse de modo inesperado, obligándoles a cambiar su forma de actuar, lo que puede suponer una

oportunidad para obtener beneficio (Drucker, 1985:245). Kirzner, por su parte, considera que los errores cometidos por agentes empresariales que toman decisiones en base a supuestos equivocados pueden suponer asimismo una oportunidad empresarial para otros agentes (Kirzner, 1998:80).

- **Incongruencias:** se definen como discrepancias entre lo que es y lo que debería ser. Pueden surgir entre las realidades económicas de una industria, entre la realidad de una industria y lo que debería ser, entre los esfuerzos realizados y los valores y expectativas de los usuarios. Así por ejemplo, la posibilidad de enviar mensajes de texto desde los teléfonos móviles se planteó como una utilidad adicional a las llamadas telefónicas. Sin embargo, éste es el uso más importante que tiene un móvil para un gran número de usuarios, lo que ha provocado, entre otros cambios, la producción de móviles especialmente diseñados para teclear mensajes con más facilidad. También pueden surgir por el ritmo o a la lógica de un proceso, en el que los resultados o la evolución del mismo no concuerdan con lo esperado (Drucker, 1985:245).

Introducción de información nueva en el mercado

Un segundo grupo de fuentes de oportunidades empresariales es el que constituye la introducción de información nueva en el mercado (Shane, 2003:23). Dentro de este grupo se pueden diferenciar cuatro fuentes principales:

- El avance del conocimiento científico y tecnológico (Cáceres, 2005:127; Schumpeter, 1939), que constituye una de las principales fuentes de oportunidades empresariales. Las oportunidades que se derivan de los avances del conocimiento científico y tecnológico se denominan oportunidades tecnológicas y juegan un importante papel en el desarrollo económico y en la creación de empresas (Cáceres, 2005; Schumpeter, 1911), puesto que se encuentran en el origen de la introducción de innovaciones, provocando importantes cambios en la productividad de las empresas (Shane, 2003:25), dando lugar además a nuevos productos y servicios (Drucker, 1985:264). La aparición de Internet, por ejemplo, ha dado lugar al surgimiento de oportunidades empresariales relacionadas con la introducción de nuevos productos, servicios y modos de producción.
- Cambios políticos y en las regulaciones legales (Cáceres, 2005:179; Schumpeter, 1939): pueden representar tanto el surgimiento de

oportunidades empresariales como la dilatación de su duración, como por ejemplo, en el caso de regulaciones que protejan los derechos de propiedad intelectual. Así, por ejemplo, una ampliación en el período de duración de las patentes permite a su titular explotar un conocimiento o tecnología por más tiempo sin que nadie pueda imitarlo, lo que supone una oportunidad empresarial.

- Cambios sociodemográficos (Drucker, 1985:245; Cáceres, 2005:147; Schumpeter, 1939): los cambios sociales y demográficos son una importante fuente de cambios en la demanda, que pueden generar oportunidades empresariales. Podemos relacionarlos con los cambios en la percepción que Drucker (1985) señala en su obra, que pueden transformar la estructura y la dirección de la demanda de bienes y servicios. Ejemplo de ello puede ser la posibilidad de ofrecer servicios básicos (escuela, salud, alimentación) en barrios nuevos que surgen por el crecimiento de la población.
- Cambios en la oferta o en la disponibilidad de recursos naturales (Cáceres, 2005:163; Schumpeter, 1939): según Cáceres, pueden generar el surgimiento de oportunidades empresariales cuando potencian el uso de factores o bienes alternativos. La explotación de una nueva fuente de recursos puede suponer una oportunidad empresarial al abaratar el precio de dicho recurso (Schumpeter, 1939).

Finalmente, la tercera fuente principal de oportunidades empresariales que se puede señalar es la actividad previa de otros empresarios (Holcombe, 2003; Plummer et ál., 2007); Según Holcombe, la explotación de una oportunidad por parte de un empresario da lugar al surgimiento de nuevas oportunidades empresariales. Así, por ejemplo, la introducción del ordenador personal en el mercado permitió la creación de otros nuevos productos, como el ratón o el teclado, que no hubieran tenido sentido sin la introducción previa del ordenador (Holcombe, 2003:34). A partir de esta aportación de Holcombe, Plummer et ál. avanzan en la consideración de la actividad empresarial como fuente de oportunidades al señalar que, además de generar nuevas oportunidades, la explotación también puede dar lugar a oportunidades infra-explotadas, que pueden ser retomadas por otro empresario. Esta situación se produce cuando un empresario diseña una estrategia de explotación de una oportunidad que no cuadra con el entorno o con las características de ésta, lo cual puede deberse a la incertidumbre y los continuos cambios que se producen en el entorno; como consecuencia, el empresario no recibe todo el valor de la oportunidad, por lo que ésta

puede volver a ser identificada y explotada por otro empresario (Plummer et ál., 2007:374).

La visión de la actividad empresarial como fuente de oportunidades es discutible, ya que la identificación de oportunidades a partir de la actividad de otros empresarios puede ser también considerada como parte del proceso de difusión de las oportunidades empresariales. Este proceso comienza con la explotación de la oportunidad empresarial, que puede dar lugar a beneficios o pérdidas; en el caso de que se obtengan beneficios, éstos atraerán la atención de otras empresas, que decidirán llevar a cabo la misma actividad (u otra similar) con la esperanza de conseguir beneficios económicos. Así comienza la difusión de las oportunidades, que se desarrolla a través de procesos de imitación o de mejora de la actividad desarrollada por la empresa pionera que se extenderá a otras ramas de actividad y a otros espacios geográficos (Schumpeter, 1911). Por ejemplo, la producción y venta del primer ordenador personal se puede considerar como el resultado de la explotación de una oportunidad tecnológica, ya que su origen se encuentra en un nuevo conocimiento tecnológico que se introduce en el mercado para producir un nuevo bien. Cuando analizamos la decisión de otro empresario de producir también ordenadores personales, podemos pensar que está explotando una nueva oportunidad empresarial que procede de la actividad del primer empresario, o bien que no existe ninguna oportunidad nueva, sólo se está difundiendo la oportunidad tecnológica original. De acuerdo con el concepto de oportunidad empresarial presentado anteriormente, éstas deben incorporar información nueva, aunque ello suponga, por ejemplo, producir lo mismo y del mismo modo pero en un lugar distinto. A la luz de este concepto, se puede entender la difusión de oportunidades empresariales como un proceso en el que surgen nuevas oportunidades a partir de otras ya explotadas.

Finalmente, cabe señalar que las oportunidades empresariales no suelen proceder de una única fuente. Por el contrario, incluso las oportunidades que parecen puramente tecnológicas responden también a necesidades de la demanda, e incluso pueden estar determinadas por otras oportunidades anteriormente infra-explotadas. En el mismo sentido, incluso las oportunidades empresariales que se centran en cubrir una demanda no satisfecha suelen incorporar conocimiento tecnológico. Por tanto, la búsqueda de la fuente de una oportunidad empresarial supone identificar cuál es la fuente principal entre las varias que han dado lugar a la oportunidad.

En este trabajo nos vamos a centrar en el estudio de las oportunidades empresariales que surgen de las invenciones y los cambios tecnológicos, es decir, las oportunidades tecnológicas.

2. LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS

2.1. LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS Y LA INNOVACIÓN EN LA LITERATURA ECONÓMICA

Al revisar la literatura sobre innovación y cambio tecnológico, se observa que en numerosas aportaciones se encuentra presente la idea de las oportunidades tecnológicas al considerar que existen oportunidades de obtener beneficio económico mediante la introducción de innovaciones en la función de producción de la empresa. Sin embargo, no son muchas las aportaciones en las que aparece el término “oportunidades tecnológicas”, y las que hay son recientes (por ejemplo: Klevorick et ál., 1995, Nelson y Wolff, 1997, Sanders, 2005 y 2007 y Olsson, 2001 y 2005). Por ello, esta revisión de la bibliografía no se limitará a las teorías que hablan de oportunidades tecnológicas expresamente, sino que se incluirán también otras aportaciones sobre innovación tecnológica² en las que implícitamente se encuentra presente la idea de oportunidad tecnológica, aunque no utilicen ese término. Este

² La innovación tecnológica supone la introducción de un invento o descubrimiento científico en la esfera económica. Es, por tanto, el resultado de la explotación de una oportunidad tecnológica. Se pueden diferenciar varios grados de innovación de acuerdo con los efectos que provocan en la economía. Se distingue así entre innovación radical, innovación incremental o de mejora e imitación. Las innovaciones radicales son las que provocan los cambios más importantes en la economía. Las oportunidades relacionadas con la posibilidad de introducir innovaciones radicales en la economía son escasas, implicando además la necesidad de una fuerte inversión para llevar a cabo su explotación, así como un alto grado de riesgo. Ello se debe a que las innovaciones radicales implican una transformación total de la forma de producir, por lo que existe un alto grado de incertidumbre en cuanto a los resultados que se va a obtener mediante su comercialización. Sin embargo, si la explotación de la oportunidad se lleva a cabo con éxito y la innovación es aceptada en el mercado, las expectativas de beneficio son muy elevadas y el lapso de tiempo de que dispone el innovador hasta ser imitado es largo, ya que la novedad de la innovación radical dificulta su imitación.

Las innovaciones incrementales suponen una ligera transformación de la forma de producir. Las oportunidades relacionadas con este tipo de innovación son más numerosas, ya que se basan en el conocimiento existente en el mercado, aunque también incluyen conocimiento nuevo. Los beneficios derivados de la explotación de estas oportunidades, así como la inversión necesaria para ello son moderados; del mismo modo, la posibilidad de imitación es mayor que en el caso de las innovaciones radicales, ya que se basan en un conocimiento existente en el mercado y, por tanto, más fácilmente imitable.

Frente a la innovación, pero muy relacionada con ella, se encuentra la imitación; una vez que las empresas han generado nuevos productos y están obteniendo beneficios, pueden surgir empresas nuevas que se dediquen a imitar en parte o completamente, con el objetivo de apropiarse de una parte de las ganancias. La imitación puede ser pura o bien puede estar acompañada de pequeñas innovaciones incrementales, en cuyo caso la empresa además de imitar el producto lo está mejorando.

epígrafe se centrará principalmente en las contribuciones que analizan el papel de la innovación y las oportunidades tecnológicas en la economía. En epígrafes posteriores se profundizará en el origen y caracterización de dichas oportunidades.

En la literatura económica sobre innovación se pueden encontrar aportaciones que tratan el tema tanto a nivel macroeconómico, analizando la influencia de la innovación en el crecimiento económico y la formación de ciclos, como a nivel microeconómico, estudiando los procesos de introducción de innovaciones en las empresas y los cambios que éstas provocan en los mercados. La innovación ha sido un tema importante de estudio especialmente a partir de los años 70, momento en que se retoma la obra de Schumpeter, pionero en el estudio de la innovación como elemento central de la evolución económica y la empresa. Ello no significa que la innovación no fuera tratada por autores anteriores a Schumpeter; pero es con Schumpeter con quien el análisis de la innovación como variable económica clave adquiere gran importancia. Por ello comenzaremos esta revisión de la literatura con sus aportaciones. Después se analizan algunas contribuciones de los autores marxistas, haciendo una breve referencia al papel de la innovación en la obra de Marx. A continuación se revisan las aportaciones que aparecen a partir de los años 70, diferenciando, por un lado, las de autores que se pueden encuadrar dentro de la escuela neoclásica, y por otro, las de los autores que siguen en sus análisis un enfoque evolutivo. En este apartado se lleva a cabo un desarrollo muy general del marco teórico, ya que en secciones posteriores se profundizará en aquellos temas que sean de mayor interés para esta investigación.

2.1.1. Schumpeter

Schumpeter aportó dos elementos fundamentales al análisis económico. Por un lado, desarrolla su análisis desde un punto de vista dinámico y evolutivo, que será adoptado posteriormente por numerosos autores, especialmente a partir de los años 70. Por otro lado, es el primer autor que sitúa la innovación en el centro del análisis de la economía. El concepto de innovación que plantea Schumpeter en su obra es, como se ha indicado en ocasiones anteriores, un concepto amplio, que recoge desde avances tecnológicos a otros avances sociales u organizativos (Fagerberg, 2003:130). Por tanto, la introducción de una innovación para Schumpeter puede estar provocada por la explotación de cualquier tipo de oportunidad empresarial, no sólo tecnológica.

La teoría de Schumpeter constituye una síntesis de diversos elementos tomados de las principales teorías que existían a principios de siglo:

1. El enfoque dinámico del Marxismo y su consideración de que la competencia tecnológica entre las empresas es el motor de la evolución de la economía.
2. El análisis económico desde un punto de vista histórico de la escuela historicista alemana.
3. El concepto de equilibrio desarrollado por Walras y que constituye un elemento clave en los trabajos de la escuela neoclásica (Fagerberg, 2003:128; Hospers, 2005:21; Kurtz, 2008:264).

En el análisis de Schumpeter destaca la importancia de la competencia entre las empresas, que en este caso es una competencia por innovar, no una competencia en precios (Fagerberg, 2003:130; Kurtz, 2008:265). Para Schumpeter, el empresario es el agente encargado de la introducción de innovaciones en la economía (Hospers, 2005:23), actividad que lleva a cabo a través de la identificación y explotación de oportunidades empresariales; de modo que la característica definitoria de la función empresarial es la actividad innovadora, como se puede deducir del siguiente extracto de su obra:

“Para las acciones que consisten en llevar a cabo innovaciones reservaremos el término empresa; a los individuos que las llevan a cabo los llamamos empresarios” (Schumpeter, 1939).

El empresario de Schumpeter presenta ciertos rasgos característicos en su personalidad que se pueden identificar con un afán innovador que le permite adelantarse a sus contemporáneos para producir de forma diferente a ellos. La innovación no será el fruto de una toma de decisiones racional, sino un proceso creativo desarrollado en un entorno de incertidumbre, en el que la imaginación del empresario y sus expectativas juegan un papel clave (Hospers, 2005:23). El empresario schumpeteriano se dedica a identificar oportunidades e incluso se encuentra mejor capacitado para ello que otras personas. Es esta actividad la que lo sitúa en el centro del análisis de Schumpeter como motor del desarrollo económico (Fagerberg, 2003:130). El empresario será, por tanto, un agente encargado de identificar oportunidades y aplicar innovaciones en los procesos productivos, creando nuevas empresas y desarrollando nuevas formas de producción, consiguiendo con ello productos nuevos que vender con el objetivo principal de aumentar los beneficios de la empresa. Así, se puede considerar que en la obra de Schumpeter la principal función del empresario es la identificación y explotación de oportunidades empresariales.

Como consecuencia de la actividad de los empresarios las innovaciones son introducidas en el mercado, de modo que si son aceptadas por los consumidores provocan un incremento en los beneficios de las empresas que las han introducido. Por tanto, la explotación de las oportunidades llevada a cabo con éxito genera beneficios económicos en las empresas innovadoras. Sin embargo los efectos no terminan aquí: tras los empresarios innovadores vendrán otros, impulsados por los beneficios que obtienen los primeros. Estos empresarios imitarán directamente los productos nuevos o incorporarán pequeñas innovaciones, que les permitirán obtener beneficios a una tasa cada vez menor a medida que aumenta el número de empresas imitadoras, hasta llegar un momento en que el mercado se equilibra (Schumpeter, 1911; Hospers, 2005:23). Se considera, por tanto, que las oportunidades empresariales se agotan por la competencia (Fagerberg, 2003:130). Las empresas que no se incorporan al proceso de transformación pueden mantenerse activas durante un tiempo, ya sea centrándose en determinados nichos de mercado o bien dedicándose a especular. Sin embargo, pasado un tiempo, se ven abocadas a un proceso de reestructuración que puede llevar incluso al cierre de la empresa. Estos procesos, denominados de destrucción creativa, están ligados a las fases de crecimiento y depresión de las economías (Hospers, 2005:23; Spencer y Kirchhoff, 2006:149).

En sus primeras obras –especialmente en la *Teoría del desenvolvimiento económico*–, Schumpeter centró su análisis en la actividad de los empresarios individuales, desarrollando el proceso de identificación y explotación de oportunidades que éstos llevan a cabo; en estas obras se presta escasa atención a la identificación y explotación de oportunidades por parte de las empresas grandes, aspecto que fue atacado por algunos críticos, que consideraron que su obra glorificaba al empresario individual (Fagerberg, 2003:133). En cambio, en *Capitalismo, socialismo y democracia*, Schumpeter analiza la actividad de las grandes empresas, destacando en su análisis aspectos tales como el esfuerzo en I+D que éstas realizan con el objetivo de generar oportunidades tecnológicas que puedan ser explotadas, lo que supone convertir la innovación en una rutina para la empresa (Hospers, 2005:24). En la obra de Schumpeter, por tanto, se pueden diferenciar dos modelos de capitalismo, el competitivo y el trustificado. Este último se identifica con empresas grandes que identifican oportunidades empresariales para explotar e innovar continuamente, mientras que el capitalismo competitivo hace referencia a las situaciones en las que existe un gran número de pequeñas empresas innovadoras, en cuyo caso el principal agente que identifica y explota las oportunidades es el empresario individual.

Aunque la obra de Schumpeter ha sido objeto de diferentes críticas, cabe destacar en este trabajo la que se refiere a su concepto de innovación. Hospers señala que al definir la innovación como “nuevas combinaciones” Schumpeter concede la misma importancia a todas las formas de innovación, sin identificar los diferentes efectos a los que éstas dan lugar (Hospers, 2005:28). Otro aspecto de dicho concepto es que al integrar la identificación de la oportunidad, su explotación y los efectos de ésta, no diferencia entre oportunidades e innovación. En cambio, Schumpeter sí aclara la diferencia existente entre innovación e invento, señalando que éste constituye un avance científico o tecnológico, es decir, el paso previo a la innovación, que tiene lugar cuando el invento se aplica en la esfera económica (Hospers, 2005:23; Kurtz, 2008:270).

Las aportaciones de Schumpeter han sido y siguen siendo la base sobre la que construir otras aportaciones sobre innovación y crecimiento económico. Dos ramas importantes de investigación que incorporan elementos schumpeterianos son, como se verá más adelante, 1) la Nueva Teoría del Crecimiento, en el marco del análisis neoclásico; y 2) dentro de la tradición de la economía evolutiva, modelos que se caracterizan por considerar que el análisis de la innovación, el cambio estructural y el crecimiento requiere necesariamente el uso de un enfoque de desequilibrio (Castellacci, 2007:2).

2.1.2. Las aportaciones marxistas

Algunas de las ideas de Schumpeter sobre la competencia que tiene lugar entre las empresas proceden de las aportaciones de Marx (Fagerberg, 2003:130). En sus escritos, Marx advierte de la necesidad de innovar para la empresa, lo que constituye el medio para mantener la tasa de plusvalía y sobrevivir. Bajo este enfoque, la futura supervivencia de la empresa depende de las innovaciones tecnológicas que se incorporen a la actividad, puesto que la empresa se halla inmersa en un contexto de fuerte competencia. Por tanto, las oportunidades tecnológicas tienen gran importancia en el análisis marxista, ya que su identificación y explotación por parte de la empresa son clave para la futura supervivencia de ésta. La importancia de la innovación para la clase burguesa se refleja claramente en el siguiente fragmento:

“La burguesía no puede existir sin revolucionar incesantemente los medios de producción, y con ello las relaciones de producción, y por ende todas las relaciones sociales. [...] La revolución constante de la producción, la perturbación incesante de todas las condiciones sociales, la permanente incertidumbre y agitación distinguen la época burguesa

de todas las precedentes... La burguesía, a través de su explotación del mercado mundial, ha dado un carácter cosmopolita a la producción y al consumo en todos los países. Con gran dolor de los reaccionarios ha sacado de bajo los pies de la industria el solar nacional sobre el que aquélla se había asentado. Todas las industrias nacionales tradicionales han sido destruidas o lo están siendo día a día. Se ven desalojadas por nuevas industrias, cuya implantación se convierte en cuestión de vida o muerte para todas las naciones civilizadas” (Marx y Engels, 1848).

El importante papel que Marx concede a la innovación en su obra influyó de forma importante tanto en autores no marxistas, como Schumpeter, como en los seguidores de Marx. Así, la innovación y el cambio tecnológico en la economía fueron objeto de atención por parte de los autores que se pueden enmarcar dentro de la tradición marxista, especialmente aquéllos que se dedicaron al estudio de la existencia de ciclos de onda larga en el crecimiento económico, algunos de los cuales relacionaron la evolución de este tipo de ciclos con la introducción de innovaciones.

Se puede destacar la obra de Kondratieff, el primer autor que señala la existencia de las ondas largas y el primero también en desarrollar una explicación a su formación, basada en los ciclos de reposición de los bienes de inversión. Aunque Kondratieff no consideró que las innovaciones fueran la causa directa de la formación de ondas largas, sí señaló que la necesidad de reducir costes en las etapas depresivas de la economía podría estimular la búsqueda de nuevas formas de producción, es decir, la búsqueda de inventos que pudieran suponer oportunidades tecnológicas, y por esta razón es en la fase descendente del ciclo largo cuando aparecen más descubrimientos e invenciones (Reijnders, 1990:18). Estas invenciones, según Kondratieff, no se aplican de forma inmediata, sino en la fase alcista del ciclo, ya que para ello es preciso que se haya producido la renovación de los bienes de capital que caracteriza el comienzo de una nueva fase de recuperación de la economía. Por tanto, de acuerdo con la visión de Kondratieff, durante las etapas recesivas del ciclo hay una búsqueda de oportunidades tecnológicas derivada del interés por desarrollar formas de producción que permitan ahorrar costes. Sin embargo, aunque se identifiquen estas oportunidades, su explotación se debe retrasar hasta la recuperación del ciclo económico, momento en que se pueden llevar a cabo las inversiones necesarias para explotarlas, dado que no existe el alto grado de incertidumbre que caracteriza los períodos de depresión económica.

Ernest Mandel también se puede encuadrar entre los autores marxistas que tratan el tema de las ondas largas. La fase recesiva de la onda larga se caracteriza, según Mandel, por un descenso especialmente pronunciado de la tasa de ganancia (Mandel, 1972:36). En esta fase se desarrollan las investigaciones para conseguir innovaciones que puedan invertir este proceso, buscando la reducción de costes para mantener la ganancia. La aplicación de las innovaciones, sin embargo, tiene lugar en las fases alcistas del ciclo, ya que, según Mandel la introducción de las innovaciones en la empresa precisa un fuerte desembolso de capital por parte del empresario, y para que ello se produzca es necesario que se de una situación propicia en la economía, como por ejemplo, la existencia de una reducida tasa de interés. Esta situación se da cuando la economía inicia la fase alcista del ciclo, ya que existe abundancia de capital (Mandel, 1972:143). La búsqueda de oportunidades tecnológicas y su explotación, de acuerdo con Mandel, siguen un patrón similar al desarrollado previamente por Kondratieff; su búsqueda tiene lugar en las fases recesivas del ciclo, pero su explotación se retrasa hasta que se produce una mejora de la situación económica. En este momento, mediante la explotación de las oportunidades tecnológicas, se introducen innovaciones en la economía que impulsan las fases alcistas del ciclo, pero una vez agotados sus efectos, la tasa de ganancia vuelve a bajar, provocando una nueva etapa recesiva.

Las ondas largas también han sido ampliamente tratadas por autores no marxistas. Como se verá en secciones posteriores, algunos autores que siguen un enfoque evolutivo volvieron a tratar la cuestión de las ondas largas durante los años 80, señalando especialmente el papel de la innovación en su formación.

2.1.3. La innovación en el pensamiento de las Escuelas Clásica y Neoclásica

Tradicionalmente los autores de las escuelas clásica y neoclásica no han prestado apenas atención al fenómeno de la innovación, ya que en su análisis del crecimiento económico, el cambio tecnológico no se tiene en cuenta o se considera algo residual en sus modelos. No obstante, hay aportaciones de interés, como las de Marshall, para quien la innovación empresarial adquiere una gran importancia, anticipándose incluso a algunas de las teorías actuales de la empresa y el cambio tecnológico (Cáceres, 2000). Marshall describe la capacidad de innovación del empresario como aquella actividad que le permite obtener ganancias extraordinarias en la empresa. Eso diferencia al empresario innovador de los empresarios imitadores, que obtienen “ganancias normales” (Marshall, 1954:491). Pero finalmente constituye un modelo sin incluir la innovación. Entre las aportaciones neoclásicas constituye una

referencia importante Solow (1956), quien, como es sabido, no considera la influencia que la evolución de la tecnología puede tener sobre el crecimiento económico, y la trata como un elemento residual.

Desarrollos más recientes con origen en el enfoque neoclásico, como la “Nueva Teoría del Crecimiento”, introducen la innovación y el conocimiento, elementos característicos del análisis schumpeteriano, para explicar los efectos de la inversión pública y privada en I+D sobre el crecimiento económico (Castellacci, 2007:2). Este enfoque se ha desarrollado en las teorías de Romer (1990), Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitt (1992), entre otros. Un aspecto esencial de estas teorías son los denominados *spillovers*, que surgen al considerar el conocimiento como un bien que posee características de bien público, lo que hace que se difunda hacia otros agentes y sectores de actividad. La Nueva Teoría del Crecimiento profundiza en el estudio de los *spillovers* y su relación con el crecimiento económico y la productividad de las industrias (Castellacci, 2007:3).

Entre las críticas a la Nueva Teoría del Crecimiento se pueden destacar dos. En primer lugar, aunque analiza la relación entre la innovación y el crecimiento económico, no se identifica ni analiza el papel del empresario y su importancia en el desarrollo de la innovación (Spencer y Kirchhoff, 2006:145). En segundo lugar, considera que la comercialización del conocimiento científico y tecnológico es un proceso trivial, identificando la decisión de crear y explotar conocimiento como una decisión racional, en la que se valoran los beneficios esperados frente a los costes que supone la creación de conocimiento en términos de inversión en I+D. Sin embargo, la creación de conocimiento y su comercialización no son siempre el resultado de la decisión del mismo agente y en la decisión de explotar una oportunidad tecnológica influyen más variables que la simple valoración de costes y beneficios (Sanders, 2008:341).

2.1.4. El enfoque evolutivo

Bajo el término “enfoque evolutivo”³ se recogen muy diversas aportaciones, que se caracterizan por tener como origen común la obra de Schumpeter. De acuerdo con Fagerberg (2003:126), se pueden diferenciar dos ramas principales:

³ Para traducir al español el término inglés “evolutionary” se han utilizado tanto “evolutivo” como “evolucionario”. En este trabajo utilizamos el término “evolutivo”, de acuerdo con autores como Fontela (2004).

1. La literatura neo-schumpeteriana que se dedica a analizar la dinámica evolutiva de la economía tomando como base los conceptos y las teorías desarrollados por Schumpeter.
2. La “modelización evolutiva” (*evolutionary modelling*), representada, principalmente, por la obra de Nelson y Winter.

Dentro de la primera rama destacan diferentes aportaciones. En primer lugar, se pueden señalar los trabajos existentes sobre las dinámicas de la tecnología, el crecimiento y el comercio, desarrolladas principalmente por los autores relacionados con el centro de investigación SPRU (Science Policy Research Unit) de la Universidad de Sussex. Dentro de esta corriente destacan las aportaciones de Freeman (1982), Dosi (1988) y Dosi y Soete (1988), entre otros, que se basan en las ideas de Schumpeter para considerar que la innovación constituye la fuerza principal en la evolución de la economía, especialmente en cuanto a la configuración de los patrones productivos y de comercio en los que se especializa cada economía (Fagerberg, 2003:136). Estas teorías desarrollan importantes aportaciones sobre las oportunidades tecnológicas, que se consideran elementos determinantes en la evolución de las empresas e industrias y que serán analizados en secciones posteriores de este trabajo.

En segundo lugar, señalar que el análisis del comercio ha sido también objeto de atención por parte de otros autores que Fagerberg incluye dentro de esta rama. Entre ellos destacan Thirlwall, Kaldor o Abramovitz, que intentan explicar las diferentes posiciones de los países en el comercio internacional (Fagerberg, 2003:137). Al tratarse de análisis macroeconómicos, no se analizan con detalle las oportunidades tecnológicas.

En tercer lugar, el estudio de las ondas largas es otro de los aspectos sobre los que los autores neo-schumpeterianos centran sus investigaciones. Dentro de esta corriente son bien conocidos los trabajos de Mensch (1981), Freeman et ál. (1981), Van Duijn (1983), Kleinknecht (1981) y Pérez (1981). Estos autores explican la formación de ondas largas a partir de la introducción de innovaciones en la economía. En sus teorías se explica la introducción de innovaciones en el tiempo, y en dicha explicación se encuentra implícito el papel de las oportunidades tecnológicas.

Finalmente, un cuarto tema objeto de estudio en esta rama son los sistemas de innovaciones, que están basados en la consideración de que la aparición y difusión de innovaciones poseen un fuerte carácter sistémico y se relacionan con factores

sociales, institucionales y políticos (Fagerberg, 2003:141). El enfoque de los sistemas de innovaciones engloba tres perspectivas diferentes:

1. Los sistemas nacionales de innovación, desarrollada principalmente por Freeman (1997), Lundvall (1992) y Nelson (1993).
2. La perspectiva sectorial, bajo la que, de acuerdo con Edquist (2005:11) se incluyen los sistemas tecnológicos (Carlsson, 1995) y los sistemas sectoriales de innovación (Breschi y Malerba, 1997; Malerba 2004 y 2005).
3. Los sistemas regionales de innovación (Cooke et ál., 1997; Braczyk et ál., Cooke, 2001; Asheim e Isaksen, 2002).

En todas estas dimensiones, el papel de las oportunidades tecnológicas se considera clave en la formación de los sistemas de innovación, ya que se éstos se explican por la concentración de oportunidades tecnológicas. En esta corriente se ofrecen importantes aportaciones sobre el origen y la difusión de las oportunidades tecnológicas, que serán revisadas a lo largo del capítulo.

En la otra rama principal de análisis dentro del enfoque evolutivo destacan los esfuerzos por modelizar la evolución económica, en los cuales fueron pioneros Nelson y Winter (1982). También en esta rama de análisis se desarrollan importantes aportaciones sobre las oportunidades tecnológicas, especialmente sobre su evolución en el tiempo (Nelson y Winter, 1982). Siguiendo a Fagerberg, a partir del trabajo de Nelson y Winter se han desarrollado trabajos que abarcan los diferentes aspectos (Fagerberg, 2003:147):

1. Teorías que analizan el comportamiento de la empresa a partir de conceptos tales como rutinas o habilidades, que permiten explicar la diferente configuración de la empresa en el tiempo.
2. Modelos de crecimiento económico basados en conceptos evolutivos.
3. Estudios sobre regímenes tecnológicos, que serán analizados más adelante.

2.2. CONCEPTO DE OPORTUNIDAD TECNOLÓGICA

Tomando como base el concepto de oportunidad empresarial anteriormente expresado y a partir de las aportaciones analizadas y de otras más recientes (Olsson, 2000, 2001 y 2005; Sanders, 2005 y 2007) podemos considerar que una oportunidad tecnológica es la posibilidad de obtener beneficio económico mediante la introducción de bienes o servicios en el mercado, utilizando para ello una combinación de

conocimiento científico y/o tecnológico y de recursos financieros, materiales y humanos que presenta alguna novedad respecto a las combinaciones utilizadas hasta el momento en el mercado. Esta definición implica que:

1. Consideramos que el beneficio económico es la motivación principal para explotar una oportunidad tecnológica. Aunque puedan existir otras motivaciones, es necesario que exista la expectativa de obtener beneficio económico. Así, puede existir conocimiento científico o tecnológico del que no se deriven oportunidades tecnológicas debido a que su aplicación a la producción de bienes y servicios no sea rentable. Estos conocimientos permanecen indefinidamente en la esfera científica, aunque pueden ser introducidos posteriormente en la esfera empresarial si surgen desarrollos científicos o tecnológicos que permitan que su aplicación al proceso de producción genere expectativas de beneficio económico.

2. Al igual que en el caso de la oportunidad empresarial, para que una oportunidad tecnológica sea considerada como tal debe contener información nueva. Esto no implica que deba incorporar conocimiento nuevo; por el contrario, las oportunidades tecnológicas pueden tener su origen en la recombinación del conocimiento científico o tecnológico disponible en la economía (Olsson, 2001:2; Sanders, 2005:2). Sin embargo, las recombinaciones del conocimiento existente presentan rendimientos decrecientes, de modo que el *stock* de oportunidades tecnológicas originadas a partir del conocimiento disponible decrece con el tiempo (Olsson, 2005:44; Sanders, 2007:342). Para que surjan nuevas oportunidades tecnológicas es necesario que se introduzca conocimiento nuevo en la economía (Olsson, 2005:36; Sanders, 2007:342).

2.3. EL ORIGEN DE LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS: EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

El conocimiento científico y tecnológico constituye la fuente de la que surgen las oportunidades tecnológicas, cuya explotación da lugar a la introducción de innovaciones en la economía. Por tanto, para continuar con el estudio de las oportunidades tecnológicas es necesario profundizar en el análisis del conocimiento científico y tecnológico. En este epígrafe se analiza cómo el conocimiento científico y tecnológico da lugar a las oportunidades, mientras que el siguiente se dedica al estudio de su origen y desarrollo.

En un sentido amplio, se puede considerar Ciencia a la búsqueda de conocimiento basada en hechos y verdades observados (Audretsch et ál., 2002:156). La ciencia parte de una situación conocida y avanza hacia unos resultados finales que

se desconocen (Nightingale, 1998:700). El conocimiento científico es el resultado del avance de la ciencia.

Tecnología es la aplicación del nuevo conocimiento logrado a través de la ciencia a la resolución de problemas prácticos (Audretsch et ál., 2002:156). El conocimiento tecnológico incorpora elementos tácitos y específicos. La tasa a la que el nuevo conocimiento es aplicado y difundido en la economía se denomina cambio tecnológico (Audretsch et ál., 2002:156).

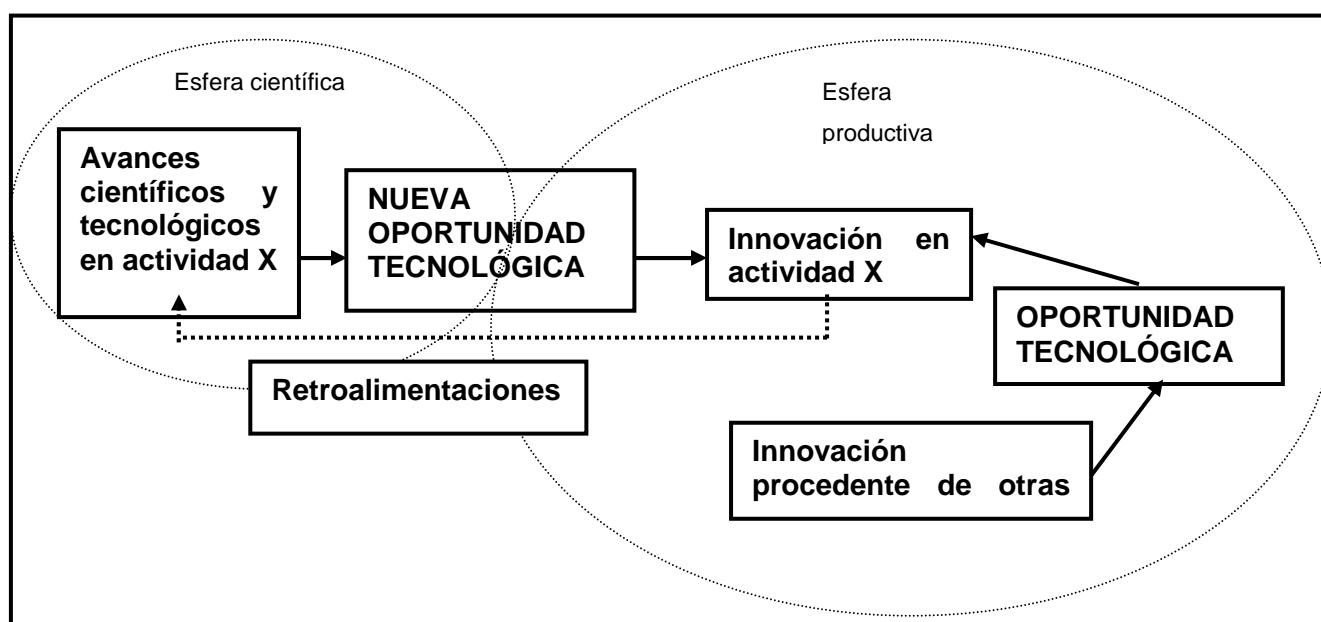
El conocimiento en general (y por tanto, también el conocimiento científico y el tecnológico) puede ser generado a través de dos vías: la investigación en laboratorios y universidades y el aprendizaje a través de la experiencia –*learning by doing*– (Arrow, 1962:155; Dosi, 1988; Dosi y Soete, 1988; Sanders, 2007:341). El conocimiento científico tiene su origen en la investigación en ciencia básica y aplicada que se lleva a cabo en las universidades y otros centros de investigación. En cambio, buena parte del conocimiento tecnológico se genera en las empresas, a través de inversiones en I+D y mediante el aprendizaje por la experiencia. Ambas actividades –investigación y aprendizaje a través de la experiencia– dan lugar a dos tipos de conocimiento, que se pueden denominar fundamental e instrumental. Mientras el conocimiento instrumental supone conocer un hecho y controlarlo, el fundamental implica comprenderlo (Sanders, 2007:341). El aprendizaje a través de la experiencia genera principalmente conocimiento instrumental y sólo produce conocimiento fundamental por accidente; en cambio, la investigación científica se centra principalmente en la obtención de conocimiento fundamental. Aunque ambos tipos de conocimiento constituyen la fuente de la que proceden las oportunidades tecnológicas, a lo largo del S.XX tanto la ciencia como el conocimiento fundamental han cobrado una mayor importancia, desplazando al aprendizaje mediante la experiencia y al conocimiento instrumental como principal fuente de oportunidades tecnológicas (Sanders, 2007:342).

Como se señaló anteriormente, aunque las oportunidades tecnológicas tienen su origen en la recombinación del conocimiento científico y tecnológico existente, para que existan nuevas oportunidades es necesario que se introduzca conocimiento nuevo en el mercado. Las oportunidades tienden a agotarse, de modo que si el *stock* de conocimiento disponible no aumentara y las oportunidades se siguieran explotando, podría llegar un momento en que éstas se agotarían (Olsson, 2000:261). Sin embargo, el conocimiento nunca permanece estancado sino que, por el contrario, avanza continuamente (Olsson, 2000:262). Como consecuencia, las oportunidades tecnológicas nunca llegan a agotarse.

El nuevo conocimiento amplía el *stock* de oportunidades tecnológicas en una determinada rama de actividad a través de tres vías distintas (Klevorick et ál., 1995:189) (Gráfico 2):

- Mediante la introducción de nuevo conocimiento científico y tecnológico específico a dicha rama de actividad.
- A través de avances científicos y tecnológicos que se originan fuera de dicha rama.
- Por medio de retroalimentaciones de la tecnología.

Gráfico 2: Generación de oportunidades tecnológicas en una rama de actividad



Fuente: Elaboración propia a partir de Klevorick et ál. (1995).

La más importante de las tres vías señaladas es la primera, ya que incluye el nuevo conocimiento científico y tecnológico que se encuentra directamente relacionado con la rama de actividad. El conocimiento científico y tecnológico nuevo genera oportunidades tecnológicas en la rama de actividad en dos sentidos: por un lado, viene a renovar el nivel tecnológico existente, de modo que se revisa lo conocido hasta el momento y genera elementos nuevos; y por otro, mejora la capacidad de resolver problemas aunque en un primer momento pueda parecer que éstos no se encuentran directamente relacionados con el nuevo conocimiento (Klevorick et ál., 1995:189). Los avances científicos y tecnológicos que tienen lugar en otras ramas de actividad también pueden generar oportunidades. Así, por ejemplo, la invención del transistor dio lugar a oportunidades tecnológicas en ramas muy diferentes, como las dedicadas a la producción de radios, televisores, calculadoras u ordenadores, aunque

su aplicación inicial se centraba en la producción de equipo telefónico (Klevorick et ál., 1995:191). Finalmente, las retroalimentaciones de la tecnología pueden generar oportunidades tecnológicas en una rama de actividad, ya que avances científicos y tecnológicos previos, que en su momento no encontraron aplicación en la industria, pueden encontrarla posteriormente, gracias a la introducción de un nuevo conocimiento científico y tecnológico (Klevorick et ál., 1995:192).

2.4. EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

El conocimiento científico y tecnológico nuevo no surge de forma continua en el tiempo; por ello, las oportunidades tecnológicas que de él pueden derivarse no se distribuyen de forma homogénea en el tiempo. Como consecuencia, el cambio tecnológico derivado de la introducción de innovaciones en la economía no es un proceso homogéneo, sino que, como diferentes autores han señalado, se intensifica en determinados momentos del tiempo (Dosi, 1988; Freeman et ál., 1981; Kleinnknecht, 1983; Pérez, 1983; Schumpeter, 1911 [1976]; Van Duijn, 1983; Mensch, 1979).

A continuación se analizan la evolución del conocimiento científico y del conocimiento tecnológico, tomando principalmente como base la teoría de los paradigmas científicos de Kuhn (1962 [1975]) y la de los paradigmas tecnológicos de Dosi (1988).

2.4.1. La evolución del conocimiento científico

Entre los diferentes estudios sobre la evolución del conocimiento científico, tiene una importancia singular la contribución de Thomas S. Kuhn, reflejada en su obra *La estructura de las revoluciones científicas* (1962 [1975]). Kuhn explica la evolución de la ciencia considerando que su avance no se produce de forma lineal mediante la acumulación de conocimientos sino que, por el contrario, existen períodos de crisis y reestructuración.

Kuhn desarrolla el concepto de paradigma científico, que se puede definir como un conjunto de realizaciones científicas que son compartidas por los miembros de la comunidad y que incluyen tanto modelos de problemas como patrones de solución para los mismos (Kuhn, 1962 [1975:13]). Durante el predominio de un paradigma, los científicos se dedican a la búsqueda de soluciones a los problemas que marca el propio paradigma, que además proporciona las pautas para su resolución.

“Una de las cosas que adquiere una comunidad científica con un paradigma, es un criterio para seleccionar problemas que, mientras se de

por sentado el paradigma, puede suponerse que tienen soluciones. [...] Así pues, un paradigma puede incluso aislar a la comunidad de problemas importantes desde el punto de vista social, pero que no pueden reducirse a la forma de enigma, debido a que no pueden enunciarse de acuerdo con las herramientas conceptuales e instrumentales que proporciona el paradigma” (Kuhn, 1962 [1975:71]).

Durante la implantación del paradigma, la actividad de los científicos, que se asemeja a la resolución de un rompecabezas, se basa en la resolución de los problemas determinados por el propio paradigma. Esta labor constituye lo que Kuhn denominó “ciencia normal”. Si los científicos logran resolver los problemas planteados se considera que han tenido éxito y obtienen el reconocimiento de sus colegas, además de una buena posición en la comunidad científica:

“Lo que le incita a continuar entonces [una vez comprometido con la investigación] es la convicción de que, a condición de que tenga la habilidad suficiente para ello, logrará resolver un enigma que nadie ha logrado resolver hasta entonces o, por lo menos, no tan bien.” (Kuhn, 1962 [1975:72]).

Por el contrario, si algún investigador se niega a aceptar el paradigma vigente y decide investigar problemas diferentes a los planteados en él, perderá el reconocimiento de sus compañeros y será aislado de la comunidad científica:

“En el desarrollo de una ciencia natural, cuando un individuo o grupo produce, por primera vez, una síntesis capaz de atraer a la mayoría de los profesionales de la generación siguiente, las escuelas más antiguas desaparecen gradualmente. Su desaparición se debe, en parte, a la conversión de sus miembros al nuevo paradigma. [...] El nuevo paradigma implica una definición nueva y más rígida del campo. Quienes no deseen o no sean capaces de ajustar su trabajo a ella deberán continuar en asilamiento o unirse a algún otro grupo.” (Kuhn, 1962 [1975: 46]).

De acuerdo con lo indicado hasta ahora, los investigadores no tienen aliciente alguno para desmarcarse del paradigma vigente y, por el contrario, pueden verse excluidos de la comunidad científica por hacerlo. Por tanto, podría parecer que los paradigmas científicos se pueden mantener estables a lo largo del tiempo. Sin embargo, de acuerdo con Kuhn, en la evolución de la ciencia se producen cambios de paradigma, que constituyen las revoluciones científicas y, además, la transformación

sucesiva de un paradigma a otro por medio de una revolución es el patrón usual de desarrollo de una ciencia madura (Kuhn, 1962 [1975: 36]). La revolución científica se produce por la acumulación de anomalías, es decir, problemas que no se pueden resolver utilizando los instrumentos que ofrece el paradigma vigente, así como observaciones que contradicen dicho paradigma. Cuando surgen las anomalías, los científicos se esfuerzan por incorporarlas al paradigma, de modo que puedan ser explicadas por éste:

“El descubrimiento comienza con la percepción de la anomalía; o sea, con el reconocimiento de que en cierto modo la naturaleza ha violado las expectativas, inducidas por el paradigma, que rigen a la ciencia normal. A continuación se produce una exploración más o menos prolongada de la zona de la anomalía. Y sólo concluye cuando la teoría del paradigma ha sido ajustada de tal modo que lo anormal se haya convertido en lo esperado. La asimilación de un hecho de tipo nuevo exige un ajuste más que aditivo de la teoría y en tanto no se ha llevado a cabo ese ajuste [...] el nuevo hecho no es completamente científico” (Kuhn, 1962 [1975:93]).

El paradigma no puede adaptarse continuamente a las anomalías que surgen y se van a acumulando, de modo que va creciendo el sentimiento de malestar de los científicos con el paradigma vigente (Kuhn, 1962 [1975:149]). Este malestar supone, según Kuhn, un requisito previo para la revolución científica, pero no una condición suficiente. Por el contrario, para que se produzca la revolución es necesario que surja un nuevo paradigma que ofrezca una explicación a las anomalías acumuladas durante la vigencia del paradigma anterior:

Una vez que ha alcanzado el status de paradigma, una teoría científica se declara inválida sólo cuando se dispone de un candidato alternativo para que ocupe su lugar [...] la decisión de rechazar un paradigma es siempre, simultáneamente, la decisión de aceptar otro, y el juicio que conduce a esa decisión involucra la comparación de ambos paradigmas con la naturaleza y la comparación entre ellos.” (Kuhn, 1962 [1975:128 y 129]).

La implantación del nuevo paradigma supone, por un lado, el replanteamiento de todos los logros alcanzados hasta ese momento; y por otro, la posibilidad de dar solución a las anomalías presentadas y alcanzar nuevos logros futuros. En definitiva, supone una reestructuración violenta de la ciencia:

“La transición de un paradigma en crisis a otro nuevo del que pueda surgir una nueva tradición de ciencia normal está lejos de ser un proceso de

acumulación, al que se llegue por medio de una articulación o una ampliación del antiguo paradigma. Es más bien una reconstrucción del campo a partir de nuevos fundamentos, reconstrucción que cambia algunas de las generalizaciones teóricas más elementales del campo, así como también muchos de los métodos y aplicaciones del paradigma. Durante el período de transición habrá una gran coincidencia, aunque nunca completa, entre los problemas que pueden resolverse con ayuda de los dos paradigmas, el antiguo y el nuevo; pero habrá también una diferencia decisiva en los modos de resolución. Cuando la transición es completa, la profesión habrá modificado su visión del campo, sus métodos y sus metas” (Kuhn, 1962 [1975:139]).

El progreso científico se produce a partir de los avances que surgen tanto en los períodos de acumulación que constituyen la ciencia normal como en los períodos de transición y cambio de las revoluciones científicas (Kuhn, 1962 [1975:256]).

Además de Kuhn, otros autores han analizado la evolución de la ciencia. Entre las explicaciones alternativas podemos señalar la que aporta Lakatos, que basa su teoría en el “programa de investigación”. Un programa de investigación consiste en un conjunto de reglas metodológicas que indican las rutas que deben seguirse en la investigación (heurística positiva) así como las que deben ser evitadas (heurística negativa) (Lakatos, 1989:65). En dicho programa pueden identificarse (Lakatos, 1989:66):

- Un “núcleo firme”, constituido por un conjunto de hipótesis básicas y generales sobre las que se desarrolla el programa. La heurística negativa especifica el núcleo firme del programa, que se considera irrefutable por decisión metodológica de sus defensores.
- Un “cinturón protector”, formado por hipótesis auxiliares que son sometidas a las contrastación de los hechos y que se ajustan, reajustan o sustituyen en defensa del núcleo firme.

Los programas científicos pueden ser progresivos o regresivos. Un programa progresa si continúa prediciendo nuevos hechos con éxito, de modo que su crecimiento teórico se anticipa a su crecimiento empírico. Por el contrario, será regresivo si sólo ofrece explicaciones post-hoc de descubrimientos casuales o de hechos que han sido anticipados o descubiertos dentro de un programa rival. Cuando un programa de investigación anticipa más hechos que otro programa rival, éste puede ser sustituido, aunque no de forma instantánea. Para Lakatos, los programas

progresivos irán sustituyendo paulatinamente a los regresivos, de modo no existen períodos de ciencia normal (Lakatos, 1989:92).

En este trabajo tomaremos como base las aportaciones de Kuhn, ya que permiten explicar la evolución heterogénea de las oportunidades científicas y tecnológicas en el tiempo (Sanders, 2007:340). Consideramos, por tanto, que el avance de la ciencia no es homogéneo en el tiempo sino que, como indica Kuhn en su obra, existen etapas en las que el progreso es más rápido, y otras en las que el conocimiento científico avanza con mayor lentitud.

2.4.2. La evolución del conocimiento tecnológico

Los avances tecnológicos se encuentran en gran medida determinados por los avances científicos, ya que la tecnología, como se ha indicado anteriormente, es la aplicación de la ciencia a la resolución de problemas prácticos (Audretsch et ál., 2002:156). Los avances tecnológicos, al igual que los científicos, no se producen de forma homogénea en el tiempo, sino que se agrupan en determinados momentos. Entre las posibles explicaciones de esta evolución cabe destacar la teoría de los paradigmas tecnológicos, planteada por Dosi (1988) y cuyos elementos han sido desarrollados, además de por Dosi, por otros autores (Dosi y Orsenigo, 1988; Nelson y Winter, 1982; Teece, 1996 y 1998; Rosenbloom y Christensen, 1998). Este enfoque ha sido enriquecido además con aportaciones de la teoría de las capacidades dinámicas (Teece y Pisano, 1998).

Para analizar la evolución del conocimiento tecnológico, Dosi propone el concepto de paradigma tecnológico, tomando como base la idea de los paradigmas científicos de Kuhn (Dosi, 1988). El paradigma tecnológico se define como un patrón de solución de problemas tecnoeconómicos seleccionados y se basa en unos principios científicos y en unas normas dirigidas a la adquisición de conocimiento nuevo y a la protección del mismo frente a la imitación (Dosi, 1988:1127). Además, un paradigma tecnológico incluye un elemento tecnológico clave (por ejemplo, un chip) y una serie de normas y modelos de resolver problemas que permiten avanzar en el desarrollo del elemento tecnológico y su aplicación:

“A technological paradigm is both an exemplar –an artifact that is to be developed and improved (such as a car, an integrated circuit, a lath, each with its particular technoeconomic characteristics)– and a set of heuristics (e.g., Where do we go from here? Where should we search? What sort of knowledge should we draw on?” (Dosi, 1988:1127).

Los avances tecnológicos que se producen en las ramas de actividad en las que el paradigma se encuentra instalado se caracterizan por desarrollarse de modo acumulativo en determinadas direcciones, debido a que el desarrollo de nuevos productos y procesos es más factible si incorpora elementos de tecnologías que han sido desarrolladas previamente con éxito (Dosi, 1988:1128; Teece, 1996:195). A partir de esta idea, Dosi desarrolla el concepto de trayectoria tecnológica, que se puede definir como el avance de la tecnología determinado por el desarrollo de nuevos productos o servicios relacionados tecnológicamente (Dosi, 1988:1128). Las trayectorias tecnológicas son determinadas por el paradigma, de modo que cuando se produce un cambio de paradigma, se observan también rupturas y cambios en las trayectorias tecnológicas previamente establecidas (Dosi, 1988:1129).

“Each technological paradigms, I suggest, entails a specific balance between exogenous determinants of innovation (e.g. university-based advances in pure science) and determinants that are endogenous to the process of competition and technological accumulation of particular firms and industries. Moreover, each paradigm involves specific search modes, knowledge bases, and combinations between proprietary and public forms of technological knowledge” (Dosi, 1988:1131).

Los paradigmas tecnológicos no son permanentes; por el contrario, se producen cambios en los paradigmas establecidos, que son sustituidos por otros nuevos. El surgimiento de nuevos paradigmas tecnológicos potenciales tiene lugar a partir de la introducción de nuevo conocimiento científico:

“Scientific advances play a major direct role, especially at an early phase of development of new technological paradigms. It is often the case that the establishment of a major new paradigm involves also the solution of problems of a theoretical nature and/or the development of devices, compounds, molecules and so on which are themselves challenging tests for the scientists [...] In a sense, progress in general scientific knowledge yields a widening pool of potential technological paradigms” (Dosi, 1988:1136).

Entre los posibles paradigmas tecnológicos generados por el progreso científico, sólo algunos serán desarrollados y se convertirán en paradigmas dominantes. La selección dependerá de varios factores (Dosi, 1988:1136; Teece, 1996:197). En primer lugar, la naturaleza y los intereses de las instituciones puente entre ciencia pura y aplicaciones económicas, es decir, aquellas instituciones públicas

o privadas que se dedican a desarrollar la aplicación práctica de los avances científicos. En segundo lugar, se puede indicar la influencia ejercida por factores institucionales, tales como el ejército, que en ocasiones desarrolla investigaciones que generan nuevas tecnologías. En tercer lugar, Dosi señala la importancia de los mecanismos ensayo-error a través de los cuales se exploran las nuevas tecnologías, como por ejemplo, la creación de empresas nuevas para comercializar las nuevas tecnologías, muchas de las cuales fracasan en el intento. Finalmente, la demanda puede ejercer influencia a través de las preferencias expresadas por los primeros usuarios de la tecnología, que puede determinar, por ejemplo, la elección de un determinado diseño.

La emergencia de un nuevo paradigma tecnológico provoca el surgimiento y desarrollo de nuevas oportunidades tecnológicas, ligadas a la introducción de las innovaciones relacionadas con trayectorias tecnológicas determinadas por el nuevo paradigma (Dosi, 1988:1137). Dosi señala que este proceso de surgimiento y explotación de oportunidades ligado a la continua aparición de nuevos paradigmas tecnológicos provoca crecimiento económico, por lo que considera que constituye una de las causas por las que las economías modernas no alcanzan el estado estacionario que planteaban los economistas clásicos, sino que crecen continuamente (Dosi, 1988:1138).

De acuerdo con los modelos analizados se puede concluir que el conocimiento científico evoluciona a través de la sucesión de paradigmas científicos y éstos a su vez dan lugar a nuevos paradigmas tecnológicos. Las etapas en las que se produce la implantación de los nuevos paradigmas están marcadas por la introducción de un mayor volumen de conocimiento científico y tecnológico nuevo, que da lugar al surgimiento de nuevas oportunidades tecnológicas. No todo el nuevo conocimiento genera oportunidades tecnológicas, puesto que una parte del mismo puede no tener aplicación en la industria; sin embargo, la implantación de los nuevos paradigmas y la concentración de un volumen importante de conocimiento científico y tecnológico nuevo dan lugar a numerosas oportunidades tecnológicas que están igualmente concentradas en el tiempo (Sanders, 2007:340).

2.5. EL CICLO DE VIDA DE LAS INNOVACIONES Y DE LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS

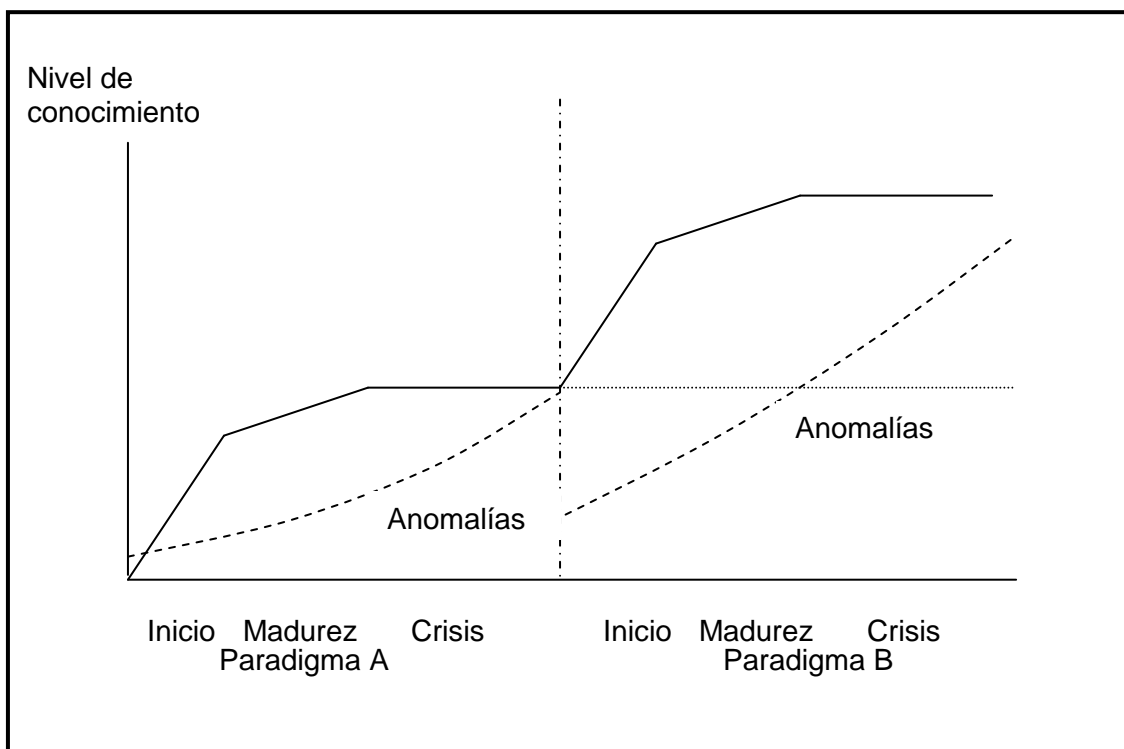
Tomando como referencia los ciclos de vida de las innovaciones (Van Duijn, 1983; Pérez y Soete, 1988) se han desarrollado diferentes aportaciones que identifican ciclos de vida en la evolución de las oportunidades. Se pueden diferenciar dos

visiones: la más amplia relaciona la evolución de los paradigmas científicos y tecnológicos con la evolución de las oportunidades tecnológicas (Sanders, 2007). De acuerdo con esta visión, el nivel de oportunidades tecnológicas no es constante a lo largo del tiempo sino que fluctúa de acuerdo con la evolución del conocimiento a lo largo de las diferentes etapas de desarrollo del paradigma científico y tecnológico. Una visión más específica se centra en la evolución de las oportunidades tecnológicas en el tiempo dentro de una determinada industria o rama de actividad. A continuación se analizan ambas visiones.

2.5.1. Los paradigmas tecnológicos como determinantes del ciclo de vida de las oportunidades tecnológicas

Siguiendo las aportaciones de Olsson (2001 y 2005) y Sanders (2005 y 2007), además de otras ideas procedentes de los trabajos sobre paradigmas tecnológicos (Dosi, 1988; Dosi y Orsenigo, 1988; Dosi y Soete, 1988; Teece, 1996) y científicos (Kuhn, 1962 [1975]), se puede plantear un modelo de ciclo de vida de las oportunidades tecnológicas a partir de la evolución de los paradigmas científicos y tecnológicos.

Gráfico 3: Evolución de los paradigmas científicos y tecnológicos



Fuente: Elaboración propia a partir de Sanders (2007:349).

De acuerdo con el concepto desarrollado anteriormente, las oportunidades tecnológicas tienen su origen en la recombinación del conocimiento científico y

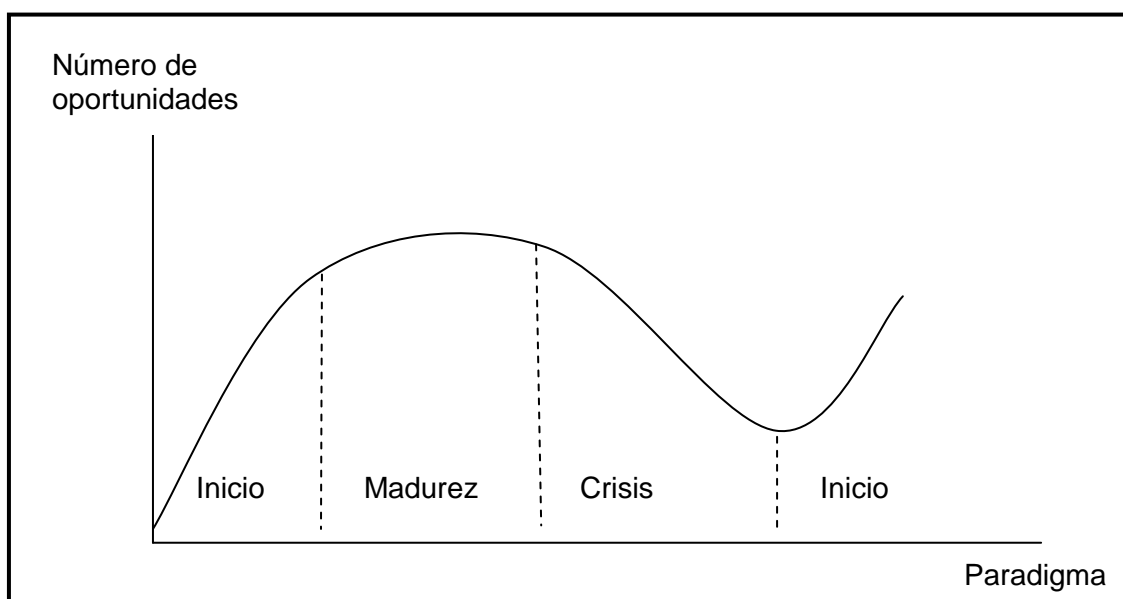
tecnológico existente. Sin embargo, dado que las oportunidades tienden a agotarse, es necesario que se introduzca conocimiento nuevo en el mercado para que puedan surgir oportunidades tecnológicas nuevas (Sanders, 2007:342; Olsson, 2005:49). En el enfoque de los paradigmas científicos y tecnológicos, el nivel de conocimiento no permanece estancado, sino que evoluciona en el tiempo. Durante determinados períodos de tiempo la evolución es suave, ya que existe un paradigma dominante y a partir de él surge de forma incremental conocimiento científico y tecnológico nuevo. Éste da lugar a oportunidades, que se explotan introduciendo innovaciones en las empresas. Las innovaciones a su vez pueden estimular el surgimiento de otras oportunidades relacionadas con las primeras, tanto en las mismas ramas de actividad como en otras técnicamente cercanas. Este proceso constituye lo que Dosi denomina “progreso tecnológico normal”. Sin embargo, en determinados momentos del tiempo el paradigma cambia, generando una importante transformación de la base del conocimiento existente hasta ese momento. En estos casos, la evolución del conocimiento no será acumulativa ni progresiva, sino que se producirá una ruptura. Dosi denomina a este proceso “progreso tecnológico extraordinario”. En el Gráfico 3 se refleja la evolución de un paradigma (A) y su sustitución por otro (B) y el nivel de conocimiento resultante de esta evolución.

En el Gráfico 3 se puede observar que se diferencian tres etapas en la evolución del conocimiento durante el predominio de cada paradigma. En la primera, que denominamos “inicio”, el paradigma ha sido recientemente aceptado. Como consecuencia, surgen conocimientos nuevos relacionados con el nuevo paradigma que se desarrollan rápidamente. En esta etapa el nivel de conocimiento aumenta rápidamente, ya que se incorpora un importante volumen de conocimiento nuevo relacionado con el paradigma recientemente instalado. La línea discontinua representa las anomalías, es decir, las incongruencias y problemas sin solución que deja el paradigma. Como se puede observar, en la etapa inicial existen pocas anomalías y, además, crecen lentamente (Sanders, 2005:348). Durante la etapa de madurez del paradigma, el conocimiento continúa creciendo, aunque con menos rapidez que en la etapa anterior, debido a que las soluciones que ofrece el paradigma comienzan a agotarse. Lo contrario ocurre con las anomalías, que crecen en esta etapa con mayor rapidez que el conocimiento. Este fenómeno se refuerza en la etapa de crisis del paradigma, en la que el conocimiento se estanca pero las anomalías crecen con mayor rapidez (Sanders, 2007:349). En esta etapa surge el nuevo paradigma, que pasa a sustituir al anterior cuando es generalmente aceptado, finalizando de este modo el período de crisis y dando comienzo la etapa inicial del nuevo paradigma.

Como se puede observar en el gráfico, el conocimiento aportado por el nuevo paradigma se acumula al previamente desarrollado; no ocurre lo mismo con las anomalías, ya que se considera que la implantación del nuevo paradigma permite resolver algunas anomalías existentes en el anterior (Sanders, 2007:349). En la terminología de Dosi, se puede considerar que la etapa de inicio de un paradigma conlleva un progreso tecnológico extraordinario, mientras que el progreso tecnológico normal tiene lugar durante la madurez del paradigma.

En lo que se refiere a la relación del conocimiento científico y tecnológico con las oportunidades tecnológicas, Sanders considera que se trata de una relación directa, de modo que el conocimiento acumulado es, junto con la visión empresarial y el esfuerzo, la materia prima a partir de la cual surgen nuevos productos y servicios, es decir, las oportunidades (Sanders, 2007:349). Por tanto, siguiendo la evolución de los paradigmas que se ha mostrado, se pueden identificar ciclos en la evolución de las oportunidades tecnológicas (Gráfico 4).

Gráfico 4: Los ciclos de oportunidades tecnológicas



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que es necesario que exista conocimiento nuevo para que surjan nuevas oportunidades tecnológicas (Sanders, 2007:342; Olsson, 2005:49), se puede deducir la evolución del nivel de oportunidades tecnológicas a partir del patrón de evolución del paradigma. Así, el nivel de oportunidades tecnológicas crecerá rápidamente en la etapa inicial del paradigma, ya que es el período en el que surge un mayor nivel de conocimiento nuevo; durante la madurez del paradigma surgirán también nuevas oportunidades, aunque a un menor ritmo. En la etapa de crisis del

paradigma cae el número de oportunidades, ya que no surge conocimiento nuevo. Para que aumente de nuevo el nivel de oportunidades tecnológicas será necesario que se introduzca un nuevo paradigma. Se considera que las oportunidades no llegan a agotarse durante la crisis, ya que siempre quedarán algunas, aunque supongan pequeñas innovaciones de mejora, en determinadas ramas de actividad o nichos de mercado.

Otro aspecto que se puede considerar es el tipo de oportunidades tecnológicas que surgen en cada etapa del ciclo. De acuerdo con diferentes autores (Pérez y Soete, 1988; Murmann y Frenken 2006), la importancia de la oportunidad, entendida como la radicalidad de las innovaciones a las que dan lugar, no es la misma a lo largo del ciclo. Así, en la etapa inicial, surgirán oportunidades para introducir innovaciones radicales, ya que el conocimiento derivado del nuevo paradigma que se está introduciendo es muy diferente del que existía anteriormente y supone una ruptura con el paradigma anterior. Por el contrario, la explotación de las oportunidades que surgen durante la madurez del paradigma conllevará la introducción de innovaciones o la posibilidad de aplicar las innovaciones existentes a otras ramas de actividad.

2.5.2. Los ciclos de vida de las industrias y las oportunidades tecnológicas

Utterback y Abernathy (1975) desarrollan uno de los primeros análisis de la evolución de las industrias en el tiempo como ciclo de vida. Posteriormente esa visión aparece en los trabajos de otros autores como Pérez y Soete (1988), Utterback y Suárez (1993), Klepper (1996), Nelson (1998), Shane (2001) y Murmann y Frenken (2006). La percepción del ciclo de vida de la industria de Utterback y Abernathy (1975) les lleva a considerar que las características del proceso innovador y de la innovación que se desarrolla en la empresa serán diferentes según las características del entorno, la estrategia para competir de la empresa y el estado de la tecnología, factores todos ellos relacionados con el momento del ciclo en que se encuentre la industria:

“The essence of our argument is that characteristics of the innovative process and of a firm’s innovation attempts will vary systematically with differences in the firm’s environment and its strategy for competition and growth, and with the state of development of process technology used by a firm and by its competitors” (Utterback y Abernathy, 1975:640)

De esta forma, la evolución del ciclo de la industria que Utterback y Abernathy consideran se puede relacionar con la evolución de los paradigmas tecnológicos y las oportunidades tecnológicas derivadas de ellos. En la evolución del ciclo de vida se pueden diferenciar períodos de “evolución normal” (Dosi, 1988; Tushman y Anderson,

1986) y períodos de ruptura, en los que surgen oportunidades para introducir innovaciones que suponen una importante diferencia con respecto a los productos y procesos establecidos hasta el momento (*competence-destroying discontinuities*). Cuando surgen estos cambios, representados por innovaciones radicales, se abre un período de experimentación durante el cual surgen diferentes modelos de producto y proceso. El período de experimentación finaliza con el establecimiento de un diseño dominante, a partir del cual se producirá una evolución normal a través del surgimiento de innovaciones de mejora (*competence-enhancing discontinuities*):

“Major product breakthroughs or process technological breakthroughs are relatively rare and tend to be driven by individual genius. These relatively rare discontinuities trigger a period of technological ferment. As a new product class opens, the rate of product variation is substantial as alternative product forms compete for dominance. [...] This technological experimentation and competition persists within a product class until a dominant design emerges as a synthesis of a number of proven concepts.” (Tushman y Anderson, 1986:440).

El ciclo de vida que proponen Utterback y Abernathy comprende, por un lado, la evolución de los procesos, y por otro, la de los productos. Se diferencian tres etapas en la evolución del ciclo. La primera etapa refleja la situación de una industria nueva, que desarrolla un producto que no existía anteriormente en el mercado. La creación de esta nueva industria es el fruto de la implantación de un nuevo paradigma tecnológico, que ha provocado el surgimiento de nuevas oportunidades tecnológicas relacionadas con la introducción de un nuevo producto en el mercado. En esta etapa los procesos se encuentran en un periodo de descoordinación, no están estandarizados y son diferentes en cada empresa. En cuanto a los productos, tendrán diseños muy variados, ya que las empresas tienen el objetivo de ser las primeras en innovar, por lo que tienen su propio diseño del producto, esperando que al final sea el que se establezca como diseño dominante. La variedad de productos y procesos representa un gran número de oportunidades tecnológicas. En esta primera etapa existirá un gran número de empresas en la industria, con un tamaño reducido (Acs y Audretsch, 1987) y altamente innovadoras (Klepper, 1996; Pérez y Soete, 1988), lo que se puede relacionar con el Modelo I de Schumpeter (Shane, 2001). En esta etapa se abre la “ventana de oportunidades”, es decir, la oportunidad para las empresas de entrar en un mercado naciente (Pérez y Soete, 1988).

La segunda etapa se corresponde con la segmentación de los procesos, puesto que se avanza en la especialización y la eficiencia de los mismos. En relación a los productos, las empresas pasan a centrar sus esfuerzos en adaptarse a las innovaciones que lanzan otras empresas, se reduce la incertidumbre en cuanto al diseño y la tecnología introducida es más avanzada que la existente en la etapa anterior (Klepper, 1996; Utterback y Abernathy, 1975). Ello es debido a que las oportunidades que aparecen en esta etapa se relacionan, principalmente, con la introducción de innovaciones incrementales. A lo largo de esta etapa se va perfilando el diseño dominante, aquél que sea generalmente aceptado por los consumidores. Como consecuencia, las ventas de éste crecerán mientras caen las de las empresas que utilicen diseños diferentes. Además, durante esta etapa disminuye la tasa de entrada de empresas en la industria, puesto que aumenta ha aumentado progresivamente el nivel de tecnología utilizado, lo que supone una barrera de entrada (Klepper, 1996; Pérez y Soete, 1988, Shane, 2001).

En la última etapa, la industria fija el diseño dominante y el desarrollo de un proceso único estandarizado; a la vez que el producto se estandariza completamente y la competencia entre las empresas que forman la industria se centra en los precios, la estructura industrial tiende hacia el oligopolio, puesto que quedarán pocas empresas y de gran tamaño, lo que se corresponde con un Modelo II de Schumpeter (Klepper, 1996; Shane, 2001). Las oportunidades tecnológicas durante esta etapa se relacionarán principalmente con la imitación o la introducción de innovaciones incrementales. Las empresas cuya producción no coincide con el diseño dominante tienen que salir del mercado o centrarse en reducidos nichos de mercado, mientras crecen las ventas de aquellas empresas que cuentan con el diseño exitoso (Nelson, 1993).

Como se desprende de lo señalado anteriormente, una de las claves de la evolución del ciclo de vida de la industria es el diseño dominante (Nelson, 1993; Shane, 2003; Tushman y Anderson, 1986). Ello es así porque, una vez establecido éste, la industria se caracteriza por la estandarización de la actividad y la estabilización de las empresas en el mercado (Utterback y Suárez, 1993). En la determinación del diseño dominante influyen factores de oferta y de demanda. Entre los factores de oferta se pueden destacar la identificación de un proceso productivo rentable, mientras que entre los factores de demanda destaca la influencia de las redes de consumidores y la popularización de los diseños.

“A dominant design emerges and industry stabilization occurs not so much because a particular satisfactory technological mode is found, but rather because there are network economies or bandwagon effects on demand side. Thus customers gravitate to a particular design, and firms must also if they are to survive.” (Malerba et ál., 2002:3).

Por ejemplo, durante los primeros años de desarrollo de los reproductores y grabadores de vídeo existían dos tecnologías diferentes, VHS y Betamax. Con el tiempo, el sistema Betamax desapareció, quedando el VHS como diseño dominante. Entre las causas que explican este hecho se pueden señalar los factores de demanda, que determinaron que los consumidores se decantaran finalmente por este sistema.

Según Malerba et ál. (2002), cada ciclo de vida se corresponde con una *era tecnológica*, en la que se pueden identificar una tecnología y un diseño dominante, así como un grupo de empresas que lideran el mercado. El diseño dominante, sin embargo, tiene una duración limitada en la industria y su final marca el inicio de un nuevo ciclo, que comienza con la introducción de una nueva tecnología o de una versión mejorada de la existente. En estos casos, algunos autores han destacado que ocurre con frecuencia que las empresas instaladas no tienen éxito en su adaptación a la nueva tecnología, mientras que las empresas nuevas, por el contrario, suelen ser las que introduzcan los nuevos modos de producción y los productos novedosos (Christensen y Rosenbloom, 1995:234; Malerba et ál., 2002; Sarasvathy y Dew, 2001; Tushman y Anderson, 1986:444).

“The history of a number of industries is marked by a succession of eras, with different eras associated with different technologies. Within any era, industry concentration tends to grow, because of dynamic economies of scale on both the supply side and the demand side. Particular eras are broken by the introduction of a new technology which, while initially inferior to the established one in the prominent uses, has the potential to become competitive. In many cases new entrants rather than the established firms are the vehicle through which the new technology is introduced. Very often the large established firms do not make the transition.” (Malerba et ál., 2002:23).

Este fenómeno, conocido como la “ventaja del atacante” (Christensen y Rosenbloom, 1995) o el “dilema del innovador” (Sarasvathy y Dew, 2001) se debe a la incapacidad de las empresas instaladas para desarrollar las capacidades necesarias para adaptarse a las nuevas tecnologías. Dado que las capacidades son acumulativas,

una empresa instalada cuya actividad se ha desarrollado a lo largo de una determinada trayectoria tecnológica sólo será capaz de generar capacidades nuevas a lo largo de dicha trayectoria; así, no podrá adaptarse a una tecnología relacionada con una trayectoria completamente distinta debido a que ello exigiría desarrollar capacidades que no pueden construirse a partir de las que ya posee (Christensen y Rosenbloom, 1995:254).

Empíricamente, los ciclos de vida de las innovaciones han sido seguidos a través de estudios de caso de diferentes industrias para analizar las innovaciones introducidas en las mismas y la posibilidad de que hayan generado ciclos (Klepper, 1996; Utterback y Suárez, 1993). Estos estudios demuestran que el patrón presentado anteriormente se ajusta a la evolución de determinadas industrias. Sin embargo, Nelson (1998) advierte que en este proceso influyen numerosos los factores de demanda y de oferta, por lo que la teoría del ciclo de vida no es la única explicación posible para el patrón de evolución de la industria.

“Even where the empirical facts seem to fit the theory, it is important to recognize that other theories may fit the facts just as well” (Nelson, 1998:326).

Por otro lado, en los estudios de caso se han encontrado industrias que no se ajustan al modelo del ciclo de vida; según Malerba et ál. (2002), esto se puede deber a varias razones, entre las que destacan dos. Por un lado, la existencia de grupos heterogéneos de demanda en algunas industrias, que impiden que un diseño único pueda satisfacer a todas las necesidades. Por otro, los estudios de las industrias en un largo plazo pueden no cuadrar con el ciclo de vida porque en el período se suceden varias tecnologías dominantes en la industria (Malerba et ál., 2002:4).

2.6. LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS DESDE UNA PERSPECTIVA SECTORIAL

2.6.1. Diferencias industriales en oportunidades tecnológicas

Según Klevorick et ál. (1995) y Shane (2003), las oportunidades tecnológicas no se distribuyen de forma homogénea entre las diferentes ramas de actividad o industrias, sino que se concentran en determinadas sectores, los más innovadores. Estas ramas de actividad se caracterizan porque los avances tecnológicos que se pueden conseguir en ellas con una cantidad dada de I+D son mayores que los que se pueden lograr en otras, lo que indica una mayor concentración de oportunidades tecnológicas en ellas (Nelson y Wolff, 1997).

“It is clear that technological opportunities tend to be generated or enriched by advances in scientific understanding, by the availability of new materials and building block inputs, and by new methods of manufacture. [...] Differences in technological opportunities is one of the key variables economists working on this question recently have seen as behind the very considerable inter-industry differences in R and D intensities. Other things being equal, the richer the technological opportunities, the more R and D it is profitable for firms to fund” (Nelson y Wolff, 1997:206).

El elemento determinante de la formación de oportunidades tecnológicas es el nivel de conocimiento científico y tecnológico. Por tanto, el nivel de oportunidades tecnológicas presente en una determinada rama de actividad dependerá directamente del nivel de conocimiento científico y tecnológico existente en la misma (Nelson y Wolff, 1997:206), aspecto que depende del paradigma tecnológico (Dosi, 1988:1138). Según Dosi (1988), se pueden citar tres causas que explican la diferente distribución de las oportunidades tecnológicas entre sectores de actividad: 1) la naturaleza de las actividades productivas en cada sector, 2) la distancia tecnológica con respecto al “corazón revolucionario” en el que se origina el nuevo paradigma y 3) la base de conocimiento en la que se basa la innovación en un determinado sector (Dosi, 1988:1139). Por otro lado, Dosi reconoce también la influencia de otros factores como el tamaño y el crecimiento del mercado, que pueden resultar determinantes en la propensión a innovar de las empresas (Dosi, 1988:1139).

Una vez implantado un paradigma tecnológico se pueden diferenciar varios grupos de ramas de actividad (Dosi, 1988; Pérez y Soete, 1988). El primer grupo está formado por las ramas que se encuentran directamente relacionadas con el nuevo paradigma. Serán ramas altamente innovadoras y la concentración de oportunidades tecnológicas en ellas será muy alta. Un segundo grupo está compuesto por las ramas que no producen directamente las innovaciones relacionadas con el nuevo paradigma, pero en las que sí se aplican dichas innovaciones generando aumentos en la productividad. En estas ramas las oportunidades tecnológicas se centran en la mejora de los productos y procesos mediante la introducción de las innovaciones ligadas al nuevo paradigma. Por último, el tercer grupo de ramas de actividad está compuesto por aquellas que se consideran atrasadas, ya que continúan produciendo con elementos del paradigma anterior, por lo que cada vez serán menos competitivas. En estas ramas de actividad apenas existirán oportunidades tecnológicas y las empresas productoras competirán en costes y precios.

Por tanto, las diferencias interindustriales en oportunidades tecnológicas se asocian a diferencias en la tasa de innovación entre las distintas ramas de actividad. Para explicar estas últimas se han desarrollado distintos enfoques, que profundizan sobre distintos aspectos: 1) diferentes estructuras industriales (Cohen y Levin, 1989; Cohen, 1995; Kamien y Schwartz, 1989; Teece, 1996), 2) la influencia de los regímenes tecnológicos (Breschi et ál., 2000; Dosi, 1988; Korres et ál., 2004; Malerba y Orsenigo, 1996; Nelson y Winter, 1982; Nelson y Winter, 2002) y 3) los Sistemas Sectoriales de Innovación (Malerba, 2004 y 2005). A continuación se analizan estas aportaciones.

La influencia de la estructura industrial

Schumpeter fue uno de los primeros autores que señaló que existen diferentes tasas de innovación entre ramas industriales. En *Capitalismo, Socialismo y Democracia* señaló que las ramas industriales cuya estructura se caracterizaba por el predominio de un reducido número de empresas grandes eran las más innovadoras. Con posterioridad y tomando como base esta aportación, los autores neoschumpeterianos establecieron las “hipótesis schumpeterianas”. La primera de ellas señala que las empresas grandes son más innovadoras que las pequeñas, debido, según Cohen (1995) a las siguientes causas:

- Las imperfecciones del mercado de capitales provocan que las empresas de mayor tamaño tengan ventajas en la innovación, puesto que tienen una mayor capacidad de financiación debido a que disponen de un mayor nivel de recursos propios, que constituye una fuente de financiación barata y estable.
- La función de I+D genera economías de escala que pueden ser explotadas por las empresas de mayor tamaño.
- Los beneficios de la I+D son mayores cuando las ventas alcanzan un volumen alto porque se pueden distribuir mejor los costes fijos de la inversión necesaria para investigar.
- La I+D puede ser más productiva en empresas más grandes, en las que se complementa con otras actividades que éstas pueden desarrollar mejor debido a su mayor tamaño, tales como el marketing.
- Las empresas grandes y diversificadas proporcionan economías de alcance o reducen el riesgo asociado a la innovación.

La segunda hipótesis schumpeteriana señala la existencia de una relación positiva entre la concentración del mercado y la innovación, de modo que las empresas con mayor poder de mercado serán más innovadoras. Los argumentos que justifican esta hipótesis son:

- Al existir pocas empresas en el mercado, la imitación de la innovación se dificulta, aumentando las expectativas de beneficio.
- El poder de mercado puede compensar el riesgo que conlleva la innovación, por lo que en las industrias concentradas las empresas pueden invertir más en I+D.

De acuerdo con las hipótesis schumpeterianas, las industrias cuya estructura industrial se caracterice por la concentración de un reducido número de grandes empresas serán las más innovadoras. Este modelo de estructura industrial se denomina en la literatura neo-schumpeteriana Modelo II de Schumpeter (*Schumpeter Mark II*), “patrón profundo” o *deeping pattern* (Breschi et ál., 2000; Malerba y Orsenigo, 1996). En contraposición a él se encuentra el denominado Modelo I de Schumpeter (*Schumpeter Mark I*) (Kamien y Schwartz, 1989; Nelson y Winter, 1982), que se caracteriza porque en él existe un gran número de empresas innovadoras. También se denomina “patrón amplio” o *widening pattern* (Breschi et ál., 2000; Malerba y Orsenigo, 1996).

Las hipótesis schumpeterianas han sido objeto de diferentes críticas y no han sido contrastadas empíricamente. Breschi et ál. (2000) señalan que no consideran la influencia mutua existente entre la innovación y la evolución de la industria, variables que se interrelacionan y deben ser analizadas desde un punto de vista dinámico. Por tanto, considerar que la estructura industrial condiciona el nivel de innovación supone analizar sólo un aspecto de la relación que se establece entre ambas variables, ya que el grado de innovación también determina la estructura industrial. Por otra parte, este enfoque ignora la influencia que ejercen las oportunidades tecnológicas sobre la tasa de innovación. Así, Dosi (1988) indica que, aunque las variables tamaño y concentración de mercado pueden explicar en parte las diferencias interindustriales en innovación, existen otras variables explicativas como el nivel de oportunidades tecnológicas existente en la industria.

Los regímenes tecnológicos

Tras las críticas dirigidas al enfoque de las “hipótesis schumpeterianas” han surgido teorías que manifiestan la importancia de otros factores industriales, como el nivel de oportunidades tecnológicas y las distintas condiciones de apropiación de los beneficios de la innovación, para explicar las diferencias interindustriales en innovación (Breschi et ál., 2000; Dosi, 1988; Korres et ál., 2004; Malerba y Orsenigo, 1996; Nelson y Winter, 1982; Nelson y Winter, 2002). Surge así el término “régimen tecnológico” que recoge cuatro características de la industria –nivel de oportunidades tecnológicas, condiciones de apropiación, grado de acumulación del conocimiento y naturaleza del conocimiento básico- que se consideran determinantes de su grado de innovación.

Según Malerba y Orsenigo (1996), el origen de estas teorías se encuentra en diferentes aportaciones, como las de Levin et ál. (1987), que incorporaron al modelo de Kamien y Schwartz (1989) la influencia de las condiciones de apropiación de beneficio y de oportunidades como factores de influencia, y las de Nelson y Winter (1982), que consideraron que también hay que tener en cuenta la relación de interdependencia que existe entre el tamaño de la empresa, la concentración de la industria y el cambio tecnológico.

Como se ha indicado anteriormente, los factores determinantes de la tasa de innovación de una industria que se pueden agrupar bajo el término “régimen tecnológico” son los siguientes:

- Nivel de oportunidades tecnológicas: el nivel de oportunidades tecnológicas no es el mismo en todas las ramas de actividad; por el contrario, éstas se concentran en determinados sectores, que serán los que presenten mayores tasas de innovación.
- Condiciones de apropiación: el grado de protección de la propiedad intelectual puede influir sobre la tasa de innovación en dos sentidos. Por un lado, los sectores en los que la apropiación es difícil generan un gran número de externalidades, que desincentivan la inversión en I+D privada y la explotación de las oportunidades (Levin et ál., 1987). Sin embargo, unas condiciones de apropiación menos rígidas pueden favorecer la formación de *spillovers*, lo que incidiría en una mayor tasa de innovación (Cohen y Levin, 1989; Klevorick et ál., 1995).

- Grado de acumulación del conocimiento tecnológico: la acumulación refleja un grado alto de continuidad entre las innovaciones presentes y futuras, de lo que se deduce que si el conocimiento está acumulado, las empresas innovadoras actuales podrán continuar siéndolo en el futuro (Breschi, 2000; Breschi et ál., 2000; Nelson y Winter, 2002).
- Naturaleza del conocimiento básico: Breschi et ál. (2000) consideran que las propiedades de la base de conocimiento de la que se desarrolla la tecnología constituyen un importante factor que influye sobre la determinación del régimen tecnológico y la formación del patrón de innovación. El origen de esta explicación se encuentra en los paradigmas tecnológicos de Dosi (1988). En esta teoría, las innovaciones se consideran acumulativas, de modo que se desarrollan siguiendo unas determinadas trayectorias tecnológicas. Por tanto, las propiedades del paradigma tecnológico dominante en un determinado momento son clave para la determinación de las características de las innovaciones, puesto que afectan a la base del conocimiento, los procedimientos, las competencias y los heurísticos implicados en el proceso innovador (Dosi, 1988). Dos dimensiones del conocimiento serán importantes para la determinación del régimen tecnológico: por un lado, la naturaleza del conocimiento, que puede ser tácito o específico; y por otro, los medios de transmisión del conocimiento, que pueden favorecer o dificultar la difusión del conocimiento en que se basan las oportunidades y las innovaciones (Breschi, 2000; Malerba et ál., 1997).

De acuerdo con estas variables se suelen diferenciar dos regímenes tecnológicos, que Nelson y Winter denominan régimen basado en la ciencia (*science-based regime*) por un lado, y régimen acumulativo por otro (*cumulative regime*) (Nelson y Winter, 2002). Varios autores consideran que los patrones schumpeterianos anteriormente analizados son una consecuencia de los regímenes tecnológicos, de modo que se asocia el régimen basado en la ciencia con el patrón I de Schumpeter, y el régimen acumulativo con el Schumpeter II (Breschi et ál., 2000; Malerba, 2004 y 2006; Malerba y Orsenigo, 1996 y 2000; Nelson, 1993 y 1998).

Siguiendo a Malerba y Orsenigo (1996) dentro de esta tradición se pueden diferenciar dos hipótesis para explicar que las industrias se identifiquen con un patrón u otro. La primera considera que el origen de los diferentes patrones se encuentra en las diferencias de la tecnología. Los estudios empíricos muestran que las distintas

ramas de actividad se pueden identificar en mayor o menor medida con uno de los patrones schumpeterianos, hecho que Malerba y Orsenigo comprueban en un estudio de Europa, EEUU y Japón:

“In sum, Schumpeter Mark I technological classes are to be found especially in the traditional sectors, in the mechanical technologies, in instruments as well as in the white electric industry. Conversely, most of the chemical and electronic technologies are characterized by the Schumpeter Mark II” (Malerba y Orsenigo, 1996, p.463).

La segunda hipótesis se centra en las diferencias existentes entre los países, de modo que se considera que las industrias adoptan un patrón u otro dependiendo de factores propios del territorio en que se encuentran situadas. Esta última hipótesis se relaciona con el enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación, que será revisado en la siguiente sección de este capítulo, dedicada al análisis de las oportunidades tecnológicas y la innovación desde una perspectiva territorial.

Los sistemas sectoriales de innovación

Las aportaciones sobre los Sistemas Sectoriales de Innovación (SSI) (Malerba, 2004 y 2005) se encuadran dentro del enfoque de los Sistemas de Innovación. Un sistema de innovación se puede definir como un conjunto de agentes, instituciones, articulaciones y prácticas sociales que determinan la actividad innovadora. En este enfoque se pueden diferenciar tres ámbitos de estudio. El primero es el ámbito nacional, en el que se estudia de la actividad innovadora de una nación considerando que se encuentra determinada por una serie de agentes e instituciones específicos de dicho país; en este caso se habla de un Sistema Nacional de Innovación (SNI). En segundo lugar, se han desarrollado estudios de los sistemas de innovación en el ámbito regional, considerando que la región presenta agentes, instituciones o prácticas sociales propias que resultan determinantes de la actividad innovadora; surge así el término Sistema Regional de Innovación (SRI). Tanto éste como el SNI serán analizados en la última sección de este capítulo. En tercer lugar, se pueden identificar sistemas de innovación en los sectores de actividad, con independencia del ámbito geográfico. Se habla así del Sistema Sectorial de Innovación (SSI). A diferencia de los SNI y los SRI, en el SSI pueden coexistir elementos pertenecientes a las dimensiones locales, regionales y nacionales (Malerba, 2005:386).

En el análisis de los SSI se diferencian tres dimensiones principales: 1) el dominio tecnológico y del conocimiento del sector; 2) los actores y redes que

conforman el sistema; y 3) las instituciones que influyen en él. Estos elementos evolucionan de forma conjunta en el tiempo, de modo que el SSI es un sistema cambiante debido a la evolución de los elementos que lo forman (Malerba, 2005:385).

“A SSI is composed of a set of agents carrying out market and non-market interactions for the creation, production and sale of sectoral products. Sectoral systems have a knowledge base technology, inputs and (potential or existing demand). [...] Thus, a sectoral system has three building blocks: knowledge and technology; actors and networks; institutions.” (Malerba, 2004:10).

El primer elemento señalado, el conocimiento y la tecnología que incorpora el sector, es diferente en cada sector que se analice. El conocimiento difiere tanto en términos de ámbito como de dimensiones. El ámbito del conocimiento, en primer lugar, se refiere a las ramas científicas y tecnológicas específicas que se encuentran en la base de las actividades innovadoras del sector. Como consecuencia de ello, las aplicaciones, los usuarios y la demanda de los productos de cada sector serán muy diferentes (Malerba, 2005; 9. 387). Las dimensiones del conocimiento se encuentran relacionadas con el concepto de régimen tecnológico antes desarrollado, y son principalmente tres: la accesibilidad del conocimiento, el grado de acumulación del mismo y el nivel de oportunidades tecnológicas (Malerba, 2005:388). En general, los rasgos y las fuentes del conocimiento y la tecnología que conforman la base de un sector determinan tanto la tasa y dirección del cambio tecnológico que se produce en el mismo como la organización de las actividades productivas e innovadoras y el diseño que debe tener una empresa para poder desarrollar su actividad con éxito en el sector (Malerba, 2005:389).

Dentro del segundo elemento, formado por los actores que interactúan en el sistema y las relaciones y redes que se forman entre ellos, las empresas son las más importantes, ya que son las encargadas de la identificación y explotación de las oportunidades tecnológicas, y por tanto de la generación, adopción y uso de las innovaciones. Pero existen también otros actores diferentes de las empresas, cuyo objetivo es la difundir las oportunidades tecnológicas y facilitar la explotación de las mismas por parte de las empresas. Entre ellos se pueden destacar las universidades y las empresas de capital-riesgo (Malerba, 2005:391). Entre los actores del sistema se establecen relaciones y redes de intercambio, competición o cooperación, que son muy diferentes en cada SSI (Malerba, 2005:392).

El tercer elemento, las instituciones, se entienden, de acuerdo con la definición de North (1990), como normas, leyes y hábitos que regulan las relaciones e interacciones entre individuos o grupos (Edquist, 2005:188). Las instituciones que afectan a un SSI pueden ser sectoriales o nacionales, y pueden surgir de forma deliberada o por la interacción entre los agentes (Malerba, 2005:394).

Los tres elementos que conforman un SSI evolucionan y cambian con el tiempo, influyéndose mutuamente, de modo que esta interacción entre los elementos del sistema es la clave de la dinámica y transformación del mismo en el tiempo (Malerba, 2005:396).

2.7. LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS DESDE UNA PERSPECTIVA TERRITORIAL

En la literatura sobre innovación y oportunidades tecnológicas se han desarrollado numerosas aportaciones que tienen por objetivo explicar por qué las empresas de algunos territorios son más innovadoras que otras (Dosi, 1988; Freeman y Pérez, 1988; Nelson y Wolff, 1997; Asheim y Gertler, 2005; Audretsch et ál., 2006). Se pueden destacar entre ellas dos explicaciones:

- Las que se basan en la distribución heterogénea de las oportunidades tecnológicas en el territorio y los *spillovers* de conocimiento.
- Las que se destacan la influencia de los sistemas regionales y nacionales de innovación.

2.7.1. Las oportunidades tecnológicas en el territorio. Los *spillovers* de conocimiento

Según han señalado distintos autores, las innovaciones se distribuyen geográficamente de forma heterogénea debido a que las oportunidades tecnológicas se concentran en determinados territorios (Dosi, 1988; Freeman y Pérez, 1988; Nelson y Wolff, 1997). Dado que el conocimiento científico y tecnológico constituye la fuente principal de oportunidades tecnológicas, su proceso de difusión es un factor determinante de la distribución de las oportunidades tecnológicas en el territorio (Dosi, 1988:1137).

La adquisición de conocimiento implica diferentes costes; uno de ellos depende de la distancia existente entre el agente que adquiere el conocimiento y el centro generador del mismo (universidad, centro de investigación o empresa). En principio, será más fácil (menos costoso) para una empresa adquirir conocimiento científico y tecnológico si se encuentra situada cerca de una universidad o centro de

investigación. Ello se debe a que el conocimiento científico y tecnológico incorpora componentes tácitos y formalizables cuya transmisión será más o menos fácil según el grado de presencia de cada uno de ellos. Mientras el conocimiento formalizable puede ser fácilmente representado y transmitido, lo que facilita su difusión, el conocimiento tácito sólo puede ser transmitido de persona a persona y precisa de una formación común previa para ser asimilado (Dosi, 1988:1126). El conocimiento científico es básicamente conocimiento formalizable y por ello su difusión se puede llevar a cabo a través de medios como las publicaciones. La tecnología, aunque tiene su origen cada vez más en conocimiento científico, con frecuencia incorpora conocimiento tácito, lo que dificulta su difusión. Para utilizar una determinada tecnología puede ser necesario desarrollar habilidades que no se transmiten como información debido a que constituyen conocimiento tácito (Dosi, 1988:1131). Esto no significa que el componente tácito de la tecnología no se pueda difundir, sino que su difusión no se puede llevar a cabo por medio de canales como la enseñanza, publicaciones o licencias. Por el contrario, los medios de difusión más adecuados para ese tipo de conocimiento serán el intercambio de personal, la contratación de personal formado o las comunicaciones informales (Breschi, 2000:216). La distancia geográfica tiene una importancia clave en la difusión del conocimiento tácito, de modo que cuanto mayor sea la distancia más se dificulta su difusión. Desde esa perspectiva se puede señalar que la cercanía en el espacio favorece la difusión del conocimiento (Asheim y Gertler, 2005:293; Audretsch et ál., 2006:105).

El proceso de difusión de conocimiento desde el agente que lo crea (emisor) hacia otros agentes (receptores) se conoce en la literatura como *spillover* o externalidad de conocimiento. Los *spillovers* pueden transmitir cualquier tipo de conocimiento y pueden producirse entre empresas o entre instituciones (universidad, empresa, etc.). Los *spillovers* de conocimiento científico y tecnológico suponen una fuente de oportunidades tecnológicas, ya que como consecuencia de ellos una empresa recibe conocimiento científico y tecnológico que puede ser utilizado para introducir bienes y servicios en el mercado de un modo diferente al que se venía haciendo (Audretsch et ál., 2006:106; Gilbert et ál., 2008:406).

Si bien algunos autores utilizan el término *spillover* para todas las formas de difusión de conocimiento (Audretsch et ál., 2004:194; Gilbert et ál., 2008:405), otros limitan su uso a los casos en los que la difusión del conocimiento no es intencionada, al menos por parte del emisor del conocimiento (Henderson et ál., 1998:119). Se puede diferenciar así entre *rent spillovers*, que son aquéllos que incorporan un pago por el uso del conocimiento, y *knowledge spillovers*, en los que no existe pago. Estos

últimos se producen por la naturaleza de bien público que tiene el conocimiento (Castellacci, 2007:4).

La efectividad de los *spillovers* como fuente de oportunidades tecnológicas depende de dos factores principales. El primero es la distancia geográfica existente entre el emisor y el receptor, de modo que las empresas situadas cerca de la empresa o universidad emisora del *spillover* son las que benefician en mayor medida de los efectos de éste (Audretsch et ál., 2006:106; Castellacci, 2007:5; Tappeiner et ál., 2008:864). Los análisis empíricos de los *spillovers* demuestran que su efectividad se reduce conforme aumenta la distancia geográfica hasta los 250 o 300 kilómetros, punto a partir del cual los efectos son nulos (Bottazzi y Peri, 2003:705). Ello se debe al componente tácito del conocimiento, para cuya transmisión es necesaria la proximidad geográfica (Tappeiner et ál., 2008:864). El segundo factor que influye sobre la efectividad de los *spillovers* son las condiciones de apropiación del conocimiento. Un alto grado de protección de la propiedad del conocimiento puede dificultar la formación de *spillovers*, mientras que lo contrario ocurre en los casos en los que la propiedad intelectual no está bien protegida y se pueden producir externalidades (Breschi, 2000:217).

Debido a estos factores, los *spillovers* de conocimiento científico y tecnológico se limitan a determinadas zonas geográficas que presentan dos características comunes: 1) en ellas se encuentra un centro productor de conocimiento científico y tecnológico que actúa como emisor del *spillover*, y 2) la protección de la propiedad intelectual no es lo suficientemente elevada como para evitar la formación de externalidades. Por tanto, las oportunidades tecnológicas que tienen su origen en los *spillovers* de conocimiento científico y tecnológico tienden a concentrarse en los territorios que cumplen estas características. Esa concentración es un atractivo para la localización de empresas en esos territorios. Dos ejemplos son el Silicon Valley y la Ruta 128 en EEUU, espacios en los que están próximas a las universidades de Standford y MIT respectivamente, que actúan de agentes emisores de *spillovers* de conocimiento (Jaffe, 1989:957).

2.7.2. Los Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación

Los SNI y los SRI se encuadran dentro del enfoque de los sistemas de innovación. En este enfoque la innovación se considera un proceso complejo, fruto de la interacción de los diferentes elementos que componen el sistema (agentes, instituciones y prácticas sociales), los cuales presentan rasgos comunes debido a que comparten la misma tradición histórica y cultural. La idea clave del enfoque de los

sistemas de innovación es que el proceso innovador es altamente dependiente del contexto (Castellacci, 2007:10). Este enfoque supone otra forma de acercarnos al estudio de las oportunidades tecnológicas y por ello desarrollamos a continuación algunos de sus elementos principales.

De acuerdo con Navarro (2001:3) y Edquist (2005:185) se pueden señalar seis características de este enfoque que constituyen sus principales fortalezas:

1. Sitúa la innovación en el centro del análisis.
2. Lleva a cabo un análisis holístico e institucional, es decir, trata de englobar todos los determinantes de la innovación que se consideran importantes, entre los cuales los hay de muy diversa índole: económicos, sociales, institucionales, etc.
3. Parte de la consideración evolutiva de los procesos innovadores, de modo que se considera que la innovación se desarrolla a lo largo del tiempo y que el proceso de evolución es progresivo y acumulativo.
4. Reconoce los distintos sistemas de innovaciones que existen y señala que no hay ninguno que sea óptimo.
5. Enfatiza la idea de interdependencia, la visión no lineal del proceso de innovación.
6. Concede una importancia central a las organizaciones e instituciones que componen el sistema. Bajo este enfoque se denomina organizaciones a las estructuras creadas de forma consciente y con un propósito explícito dentro del sistema de innovación, como por ejemplo, una empresa. Las instituciones son las normas, leyes o hábitos que regulan las relaciones e interacciones entre individuos y organizaciones, como por ejemplo, una ley de propiedad intelectual (Edquist, 2005:188).

Siguiendo a Edquist (2005:186) se pueden señalar dos debilidades principales de este enfoque. Por un lado, los conceptos que usa son difusos, algunos términos se utilizan en diferentes trabajos con significados distintos. Por otro, aunque bajo este enfoque se han realizado diferentes estudios empíricos encaminados a la clasificación de los distintos sistemas existentes y la identificación de las diferencias que presentan entre sí, no se han establecido regularidades empíricas en los trabajos realizados, por lo que no se puede hablar de una teoría sino únicamente de un enfoque de análisis. Ello puede estar causado porque, dado el reducido número de datos desagregados y

comparables entre países de los que se dispone, la mayor parte de los estudios se centran en el análisis descriptivo de los componentes que forman los SNI y los SRI.

Los estudios de los SNI y los SRI tienen por objeto el análisis de los procesos de innovación que tienen lugar en los países y las regiones, respectivamente, y tiene su origen principalmente en las aportaciones de Freeman (1982), Lundvall (1993) y Nelson (1993). A partir de estos trabajos pioneros se ha desarrollado una importante literatura dedicada al estudio de la innovación que toma como base el concepto de sistema de innovación, ya sea regional o nacional. La principal diferencia entre ambos enfoques se encuentra en los límites del sistema. En el SNI los límites se encuentran determinados por las fronteras del país objeto de estudio. En los sistemas regionales la definición de los límites es más compleja, ya que puede abarcar una o varias regiones. De acuerdo con Edquist, para determinar los límites del sistema regional de innovación es necesario analizar la coherencia del sistema, que se encuentra determinada, principalmente, por tres variables: 1) la existencia de un nivel suficiente de *spillovers* en la región, 2) la movilidad de mano de obra especializada, y 3) que exista un mínimo de colaboraciones en innovación entre los componentes del sistema, es decir, que se puedan identificar redes de innovación localizadas en la región (Edquist, 2005:199).

Hay tres elementos que suelen recibir gran atención en los estudios basados en el enfoque de los SNI. Estos elementos coevolucionan en el tiempo y se influyen mutuamente, configurando el marco en el que surgen las oportunidades tecnológicas (Castellacci, 2007:10):

1. El patrón de especialización. Los países presentan un patrón de especialización, que se ha ido formando a lo largo del tiempo por la acción de distintos factores como la historia, la cultura, la estructura de mercado, el *gap* tecnológico o el comercio internacional. El patrón de especialización determina el nivel de oportunidades tecnológicas. Los países especializados en actividades más novedosas podrán explotar más oportunidades que los que se especialicen en actividades tradicionales.
2. La política nacional, que incluye instituciones y regulaciones que afectan a la innovación, las industrias, los derechos de propiedad intelectual y las relaciones universidad-industria entre otros aspectos. La influencia de la política puede ser determinante para mantener un patrón de especialización o modificarlo, influyendo por tanto sobre el nivel de oportunidades tecnológicas.

3. Aspectos sociales, institucionales y culturales del país, que dependen de los elementos anteriores, pero a su vez son determinantes de los mismos.

Los SRI son similares a los SNI, pero su ámbito de estudio se limita a la región. Su origen se encuentra en el estudio de los clusters industriales innovadores que se localizan en determinadas regiones y que provocan importantes tasas de crecimiento en éstas (Castellacci, 2007:11). De acuerdo con este enfoque, no todas las regiones de un país tienen un SRI propio y resulta difícil delimitarlo. Para identificar un SRI en una región es necesario valorar dos aspectos principales (Cooke et ál., 1997:489):

1. La capacidad de autogobierno de la región. Este aspecto no se limita únicamente a comprobar si la región tiene transferidas las competencias en políticas de innovación, sino también a comprobar su autonomía en el diseño de otras políticas importantes como educación y financiación.
2. La existencia de una base cultural regional, que influirá en diferentes aspectos del proceso de innovación, desde la capacidad de aprendizaje hasta el grado de cooperación entre empresas.

Como se ha señalado, tanto el enfoque del SNI como el del SRI conceden una importancia clave a los elementos territoriales en el proceso innovador. Cada sistema de innovación (nacional o regional) incorpora organizaciones e instituciones diferentes que son propias de cada región. Estas instituciones abarcan elementos tales como la legislación, la cultura o la historia que resultan determinantes para la formación de oportunidades tecnológicas en el sistema. Ello se debe, por un lado, a que influyen sobre la capacidad de aprendizaje de éste, que a su vez determina la formación de conocimiento científico y tecnológico, y por otro, a que estas instituciones regulan la capacidad de difusión de conocimiento en el sistema. Por tanto, la formación y difusión de oportunidades tecnológicas dependerá en buena medida de las características de las instituciones locales y nacionales que conforman el sistema de innovación (Cooke et ál., 1997:478; Tappeiner et ál., 2008:863).

CAPÍTULO 3:

**LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS SURGIDAS EN LA
UNIVERSIDAD: LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA ENTRE
UNIVERSIDAD Y EMPRESA**

CAPÍTULO 3: LAS OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS SURGIDAS EN LA UNIVERSIDAD: LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA ENTRE UNIVERSIDAD Y EMPRESA

1. EL PAPEL DE LA UNIVERSIDAD EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

1.1. LA UNIVERSIDAD TRADICIONAL EN LA SOCIEDAD

El capítulo anterior se ha dedicado al análisis de las oportunidades tecnológicas, y, entre otros aspectos, en él se ha señalado que las oportunidades surgen por la introducción de conocimiento científico y tecnológico nuevo. Existen diversas fuentes que generan el nuevo conocimiento científico y tecnológico, destacando entre ellas la investigación en ciencia básica y aplicada que llevan a cabo las universidades y otros centros de investigación.

Al tratar el conocimiento científico y tecnológico en el capítulo anterior se señaló que una de sus características es su carácter evolutivo y acumulativo. El cambio tecnológico no se produce de forma intermitente sino que, por el contrario, es el resultado de la acumulación de nuevos conocimientos y avances técnicos, que dan lugar a innovaciones. En ese proceso, tanto los aspectos prácticos (inventos) como los teóricos siguen, en ocasiones, una evolución que está estrechamente relacionada, de modo que los avances que se producen en la práctica pueden inspirar nuevos logros teóricos, y éstos pueden generar a su vez nuevos inventos (Nelson, 2006:8). En esta evolución la Universidad ha representado tradicionalmente un papel clave como elemento impulsor del avance del conocimiento científico básico, inspirando en ocasiones la aparición de nuevos inventos, y en otros casos, explicando de forma teórica el funcionamiento de los mismos (Mowery y Sampat, 2005:212; Anselin et ál., 1997:423).

Por otro lado, si el papel tradicional de la universidad se ha centrado en la docencia y la investigación, en la actualidad ha cobrado importancia una tercera función, la de agente del desarrollo económico en el territorio en el que se asienta. Algunos autores indican que este cambio en las funciones académicas supone una segunda revolución, ya que la primera se centró en incorporar la investigación a la única función que entonces cumplía la universidad, la docencia (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Antonelli, 2007). Incluso algunos autores consideran, además, que el papel central que la investigación universitaria tiene en la innovación y el crecimiento económico es el reflejo de un cambio en el paradigma económico

dominante, que en la actualidad ha pasado a ser el paradigma “tecno-académico” (Kinsella y McBrierty, 1997:246).

1.2. LA INCORPORACIÓN DEL PARADIGMA EMPRESARIAL EN LA UNIVERSIDAD

Como resultado de los cambios que se están produciendo actualmente en las funciones que desarrolla la universidad, ésta ha pasado de ser una institución dedicada a la investigación y la formación a incorporar una nueva misión, fomentar el desarrollo económico del territorio en el que se encuentra instalada. Esta nueva misión se traduce en nuevas funciones, entre las que se incluyen la identificación de las oportunidades tecnológicas ligadas a la comercialización de los resultados de la investigación que tiene lugar en su seno, por lo que pasa a regirse por un modelo que se denomina “paradigma empresarial” (Etzkowitz et ál., 2000). De acuerdo con Etzkowitz, el nuevo paradigma es el resultado de tres procesos relacionados con cambios importantes que han tenido lugar en la producción, el intercambio y el uso del conocimiento (Etzkowitz et ál., 2000:315):

- Incorporación del desarrollo económico y tecnológico como una función más de la universidad.
- Surgimiento de cambios en la política y la industria, como la aparición de leyes que fomentan la creación de empresas en la universidad.
- Creación de nuevos organismos que incluyen elementos de las tres instituciones.

La inclusión del paradigma empresarial en la universidad tiene su origen a finales del S.XX en EEUU. El nuevo modelo nace en algunas instituciones estadounidenses, como el MIT o la Universidad de Berkeley en California, que fueron pioneras en la explotación comercial de los resultados de la investigación. Este cambio que tiene lugar en las universidades estadounidenses estuvo influenciado por factores internos y externos. Entre los primeros se puede señalar la necesidad de encontrar fuentes de financiación para la investigación alternativas a los fondos públicos. Los factores externos se pueden resumir en la implantación de la Sociedad del Conocimiento y las consecuencias que provoca sobre los procesos innovadores (Etzkowitz et ál., 2000:313).

Aunque en la segunda mitad del S. XX estas universidades constituían elementos anormales en el panorama general universitario estadounidenses, su modelo de funcionamiento recibió el apoyo gubernamental en las décadas siguientes,

convirtiéndose en un ejemplo para otras instituciones, primero del país y posteriormente del resto del mundo (Etzkowitz et ál., 2000:317). Este modelo se trasladaría más tarde a Europa, donde se incorpora como respuesta al diferencial de innovación existente entre ambos territorios (Etzkowitz, 2003:109). Por tanto, en EEUU surge como un proceso de evolución natural ante cambios políticos, tecnológicos y sociales, mientras que en Europa viene dictado desde las instancias políticas.

La preocupación del gobierno de los EEUU por la transferencia de los resultados de la investigación de la universidad hacia las empresas es patente en los años 60 y 70 del siglo XX, en los que aumenta la competencia en los mercados internacionales, lo que les hace temer una pérdida de la posición privilegiada que en ellos mantenía EEUU. Con el objetivo de aumentar la competitividad de la industria, se plantea fomentar la introducción de innovaciones procedentes de la investigación universitaria (Etzkowitz et ál., 2000:318). Para ello se establecen procedimientos administrativos que permiten a las universidades mantener los derechos de propiedad de los resultados de la investigación realizada con financiación pública, con la condición de que las universidades creen instituciones propias que favorezcan la transferencia de tecnología hacia la industria. A pesar de la existencia de sectores reticentes a estas medidas tanto en la industria como en las universidades y los gobiernos, estos cambios desembocaron en la implantación en 1980 de una ley, la Bayh-Dole Act, que otorga a las universidades los derechos de propiedad intelectual de los resultados de las investigaciones que llevan a cabo con financiación pública. A partir de esta ley es cuando se ha producido la expansión del modelo de “universidad empresarial” en los EEUU, extendiéndose posteriormente a Europa, Asia y Latinoamérica (Etzkowitz et ál., 2000:317). Más adelante se analizarán los efectos de la Bayh-Dole Act sobre la investigación y la transferencia de resultados en EEUU, así como las iniciativas similares que se han implantado en otros países.

Dada la importancia que ha adquirido este modelo de universidad, algunos autores han señalado que en la universidad se pueden identificar dos revoluciones. La primera, que tuvo lugar en Europa y EEUU a lo largo del S. XIX, consistió en la integración de la investigación como misión de la universidad. La segunda, en los años 90 del siglo XX, incorpora el objetivo desarrollo económico a la función universitaria (Sanz Menéndez, 2003:4). El Gráfico 5 representa los tres modelos de universidad que se han sucedido, así como las funciones que incorporaban cada uno de ellos.

Gráfico 5: La transformación de la universidad



Fuente: Elaboración propia a partir de Etzkowitz (2003:110).

Se ha producido, por tanto, una transformación de la universidad, desde un modelo en que ésta representaba una “torre de marfil” dedicada a la preservación del conocimiento hasta una universidad que incorpora entre sus objetivos el desarrollo económico y social del territorio (Etzkowitz, 2003:110; Gunasekara, 2006:101; Rasmussen, 2006:519). La asunción de nuevas misiones por parte de la universidad no implica, como señala Etzkowitz, el abandono de las funciones tradicionales sino que, por el contrario, las universidades líderes en transferencia tecnológica son también grandes centros de investigación y enseñanza:

“The university’s assumption of an entrepreneurial role is the latest step in the evolution of a medieval institution from its original purpose of conservation of knowledge. As universities become entrepreneurs, they do not give up their previous functions of teaching and disinterested research. Indeed, the leading universities, recognized as successful entrepreneurs in creating spinoff firms are also among the most successful competitors for federal research funds” (Etzkowitz, 2003:120).

El mismo autor señala que esta transformación de la universidad representa una doble evolución. En primer lugar, un cambio en el agente encargado de cumplir la misión de la universidad, que pasa de ser el binomio profesor-alumno al grupo de investigación como elemento clave para el desarrollo de las investigaciones y su transferencia a la sociedad, así como para la generación del desarrollo económico. En segundo lugar, se ha producido un cambio en el papel de la formación, que pasa de

enseñar a individuos a influir sobre la generación de organizaciones –como la creación de empresas– (Etzkowitz, 2003:111). Etzkowitz resume de la siguiente manera este cambio en las funciones de la universidad:

“The entrepreneurial university has the ability to generate a focused strategic direction, both in formulating academia goals and in translating knowledge produced within the university into economic and social utility” (Etzkowitz, 2003:112).

Además de incorporar una nueva misión, la segunda revolución académica influye sobre las dos funciones restantes de la universidad, la enseñanza y la investigación, de modo que éstas se ejercen de modo diferente y con nuevos objetivos:

“The assumption of an active role in economic development leaves existing academia missions in place, but it also encourages them to be carried out in new ways. In addition to translating research into economic development through various forms of technology transfer, the traditional teaching role is reinterpreted as the university assists the modernization of low- and mid-tech firms” (Etzkowitz et ál., 2000:314).

Estos cambios, sin embargo, no se han producido con la aprobación unánime de toda la sociedad, lo que ha dado lugar a un debate. En la actualidad aún existen opiniones encontradas entre los miembros de la comunidad universitaria sobre la idoneidad de que la investigación que se lleva a cabo en la universidad pueda reportar a ésta beneficios económicos, ya que se considera que ello puede desvirtuar la misión que debe cumplir. A continuación se analizan algunos de los principales argumentos que se han planteado en el debate sobre las funciones de la universidad y la idoneidad de adoptar el paradigma empresarial en la misma.

1.3. LA UNIVERSIDAD EMPRESARIAL A DEBATE

Como se ha indicado anteriormente, no hay acuerdo entre los investigadores sobre si la universidad debe incluir entre sus objetivos la comercialización de los resultados de las investigaciones que lleva a cabo. Algunos autores consideran que la incorporación de la función empresarial supone un ataque a la integridad de la universidad, o que se debe limitar, para que ésta no pierda su carácter crítico en la sociedad. Esta postura también es apoyada desde el sector industrial por algunos grupos que consideran a las empresas que surgen de la universidad como nuevos competidores (Etzkowitz et ál., 2000).

Chiesa y Piccaluga recogen las diversas razones que justifican la explotación de los resultados de la investigación por parte de las universidades (Chiesa y Piccaluga, 2000:330):

- El descenso de los fondos públicos disponibles para financiar la investigación en las universidades, que provoca que las universidades busquen fuentes alternativas de financiación y modifiquen sus comportamientos.
- Dado que la principal materia prima para el desarrollo económico es el conocimiento, desde las instituciones surge un interés cada vez mayor por mejorar su disponibilidad. En el caso europeo, las instituciones consideran que no hay problema con la generación de conocimiento pero que es necesario mejorar su transferencia hacia la industria.
- La autonomía cada vez mayor de las universidades en un escenario cada vez más competitivo provoca que se adopten políticas más activas en transferencia de conocimiento, ya que ello también se considera indicativo de la calidad de la universidad.
- En algunas ramas de actividad, el uso de inventos y descubrimientos científicos puede ser directo, de modo que no sea necesario dedicar recursos a mejorar la aplicabilidad de los mismos.
- La transferencia de los resultados de la investigación se relaciona, en algunos casos, con la calidad de la misma; por ello, para los investigadores, especialmente para los más jóvenes, puede suponer un medio de afianzarse en la universidad o, al menos, obtener ingresos adicionales.

Por otro lado, los mismos autores desarrollan también varios argumentos que se suelen utilizar para justificar el rechazo hacia la implicación de la universidad en labores de comercialización de los resultados de la investigación (Chiesa y Piccaluga, 2000:331)

- Autores como Dasgupta y David (1994) señalan que la creciente atención de la universidad hacia la comercialización de resultados de la investigación puede perjudicar a la investigación básica, que, al ser más difícilmente comercializable puede dejar de resultar atractiva.
- La comercialización de los resultados puede perjudicar la publicación de los mismos, que es una de las vías que permiten a los investigadores alcanzar reconocimiento y prestigio.

- Las recompensas derivadas de la comercialización (recursos para la investigación, prestigio...) tenderán a concentrarse en aquellos departamentos universitarios cuyas investigaciones den lugar a conocimientos fácilmente comercializables. Como consecuencia, se pueden generar disparidades y conflictos entre ellos.
- En algunos casos, las normativas de la universidad o las leyes del país no favorecen la transferencia de resultados de la investigación.
- Ausencia de capacidades para la comercialización en la universidad que, en muchos casos, tampoco tiene interés en dedicar recursos a la adquisición de estas capacidades.
- El uso creciente de financiación privada puede impulsar a las universidades a vender los resultados de la investigación a su coste marginal, lo que no permitiría cubrir otros costes fijos de la investigación.
- Posibilidad de un dilema ético en la universidad, al considerar que la comercialización no es compatible con la misión de la universidad de extender y difundir el conocimiento (Lee, 1996). Lerner señala, además, la posibilidad de conflicto de intereses entre la comercialización de resultados de la actividad y el carácter público de la universidad (Lerner, 2005:54).

En esta misma línea, Nelson (2001) subraya que enfocarse demasiado hacia la comercialización de los resultados de la investigación implica un peligro para la universidad, dado que ello puede producir perjuicio para la consecución de sus objetivos tradicionales, que son el avance del conocimiento científico y el beneficio público. Además, muchos resultados de la investigación que tradicionalmente han pertenecido al ámbito del conocimiento público ahora se han convertido en patentables, debido al nuevo interés por la comercialización, lo que puede suponer un perjuicio para el avance de la Ciencia (Nelson, 2001:17).

Desde otra perspectiva, varios autores han señalado que las características de la universidad como organización pueden suponer una barrera para que estas nuevas funciones puedan ser llevadas a cabo con éxito (Samson y Gurdon, 1993; Chiesa y Picaluga, 2000; Nelson, 2001; Lerner, 2005; Link y Siegel, 2005; Kirby, 2006). A partir del análisis desarrollado por Kirby (2006:599), podemos identificar, entre estas barreras, las siguientes:

- Naturaleza impersonal de las relaciones que se establecen en la universidad.

- Estructura jerárquica y con numerosos niveles de aprobación.
- Importante grado de asimilación de normas y procedimientos, resultante del alto nivel de control existente.
- Cultura corporativa caracterizada por el conservadurismo.
- Escasez de talento empresarial.
- Métodos de compensación que no son apropiados para la consecución del objetivo del desarrollo económico.

La superación de estas barreras debe venir determinada por dos factores principales (Kirby, 2006:600): En primer lugar, por un cambio en la cultura académica; y en segundo lugar, por una transformación de la política que se aplica a la universidad. Ambos factores deben evolucionar de forma conjunta, ya que una política que no concuerde con la cultura existente en la universidad no obtendrá resultado alguno, y tampoco será útil una transformación de la cultura que no esté respaldada por un cambio en las políticas y las estructuras.

2. LAS RELACIONES UNIVERSIDAD-GOBIERNO-INDUSTRIA PARA LA GENERACIÓN DE INNOVACIONES

De forma paralela a los cambios que se están dando en la función de la universidad, algunos autores señalan que otras instituciones, como el gobierno y las empresas, también están cambiando (Etzkowitz y Leydesdorff, 1999; Mowery y Sampat, 2005). El primero está adquiriendo un compromiso cada vez mayor con el fomento de la innovación, a la vez que las empresas muestran un interés creciente por las posibilidades de comercialización de los resultados de la investigación que tiene lugar en las universidades.

Las interrelaciones que se establecen entre estos tres elementos (universidad, industria y Estado) y los cambios que han tenido lugar en cada uno de ellos han sido analizados y representados de forma variada en la literatura económica sobre el tema (Lundvall, 1993; Nelson, 1993; Gibbons et ál., 1994; Leydesdorff y Etzkowitz, 2001; Mowery y Sampat, 2005). A continuación se analizan los principales enfoques que se han desarrollado. Entre ellos destacaremos el modelo de la Triple Hélice por considerar que es el que refleja mejor las relaciones entre universidad, industria y gobierno que se dan en los países más avanzados.

2.1. ALGUNOS MODELOS EXPLICATIVOS DE LAS INTERRELACIONES UNIVERSIDAD-GOBIERNO-INDUSTRIA

Las relaciones que se establecen entre la universidad, el gobierno y la industria y su influencia sobre la capacidad de generar innovaciones de los sistemas productivos ha sido un tema analizado desde diferentes enfoques. A continuación se plantean algunos de ellos.

El enfoque de los sistemas de innovación, analizado en el capítulo anterior (Nelson y Winter, 1982; Freeman 1982; Lundvall, 1993; Nelson, 1993). contempla la influencia de la investigación universitaria sobre la innovación (Navarro, 2001:6; Mowery y Sampat, 2005:219). Sin embargo, bajo este enfoque el análisis pone énfasis en la empresa, como elemento principal del proceso innovador, siendo la universidad un elemento institucional más del sistema que influye sobre ella (Nelson, 1993). Pero el papel de la universidad puede ser mayor, como se considera en otros modelos que aquí analizamos.

Entre los modelos que conceden una mayor importancia a la universidad en el proceso innovador destaca el Modo 2 (Gibbons et ál., 1994). Este modelo se caracteriza porque centra el análisis en las interrelaciones que se establecen entre la universidad y la sociedad, que engloba a la industria. Se denomina Modo 2 en contraposición a lo que esos autores denominan Modo 1, que representa la situación tradicional en la que la universidad y la sociedad eran elementos claramente diferenciados y no existían relaciones entre ellos. En el Modo 2, las interrelaciones entre sociedad e industria se reflejan en la formación de instituciones de investigación interdisciplinarias para la resolución de problemas que se detectan en la sociedad. Según Mowery y Sampat (2005), en este modelo la universidad pierde importancia como organismo generador de conocimiento frente a instituciones interdisciplinarias de investigación, pero esta tendencia no se observa en la realidad (Mowery y Sampat, 2005:213).

Otro modelo que incorpora a la universidad en el proceso de innovación tecnológica es el Triángulo de Sábato (Sábato, 1975). En este modelo se consideran tres elementos principales: el gobierno, la infraestructura de ciencia y tecnología –en la que se incluyen las universidades– y la estructura productiva. La innovación se considera el resultado de las interacciones de los elementos del modelo, siempre y cuando las actividades de éstos estén dirigidas hacia su consecución. Este modelo, a diferencia de los anteriores, otorga un papel preponderante al Estado sobre la universidad y la industria.

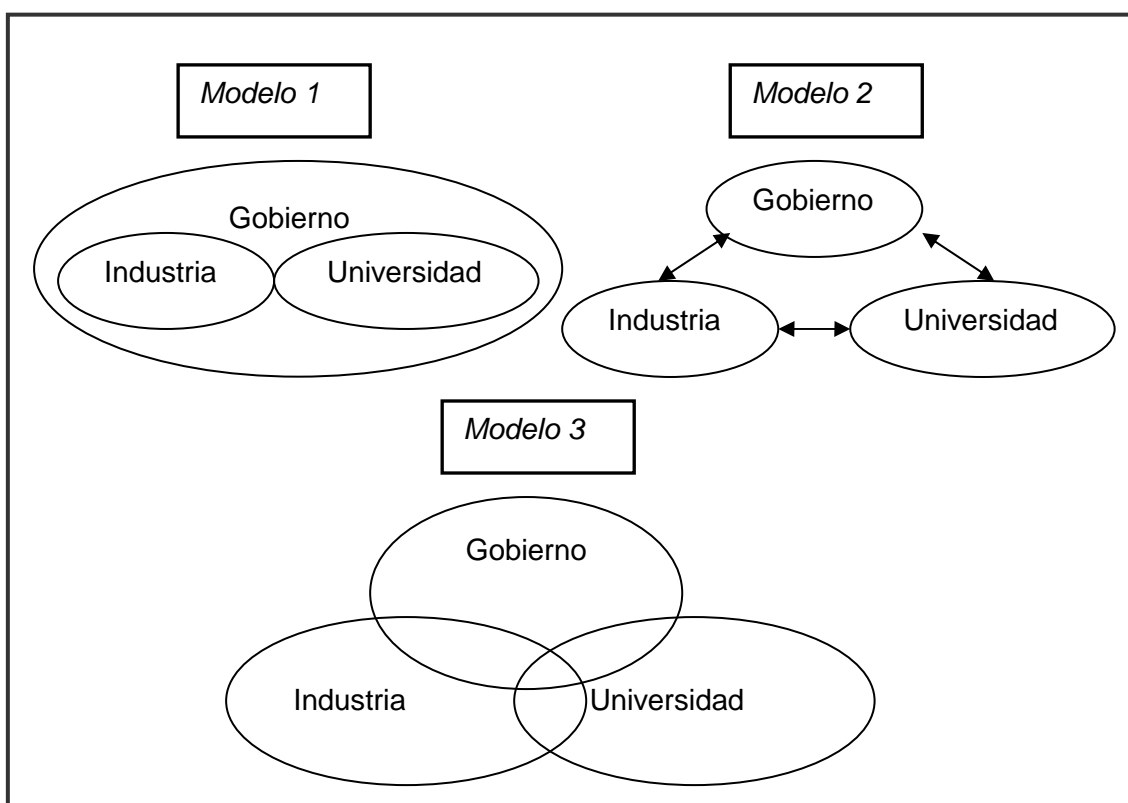
A diferencia de los modelos expuestos, el de la Triple Hélice presenta dos ventajas de cara al estudio de las relaciones universidad-industria. Por un lado, en este modelo la universidad cobra más importancia que en los anteriores, siendo es un elemento clave del sistema. Por otro lado, es un modelo dinámico, de modo que contempla la evolución de la universidad, el Estado y la industria y las interrelaciones que se establecen entre ellos, ofreciendo una visión dinámica de cada uno de ellos y del conjunto del sistema. La Triple Hélice integra relaciones complejas de innovación, que incluyen interacciones y negociaciones entre las tres esferas (Etzkowitz y Leydesdorff, 1999:113). El análisis dinámico de la evolución que siguen cada uno de los elementos y del conjunto del sistema constituye una de las bases del modelo y representa una novedad frente a los anteriormente analizados (Leydesdorff y Etzkowitz, 2001:9). Por ello le prestaremos una mayor atención.

2.2. EL MODELO DE LA TRIPLE HÉLICE

Este modelo ha sido desarrollado principalmente por Etzkowitz, Leydesdorff y Meyer en varios trabajos (Etzkowitz y Leydesdorff, 1999; Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Etzkowitz et ál. 2000; Leydesdorff y Etzkowitz, 2001; Leydesdorff y Meyer, 2003). Se caracteriza por ser no lineal, ya que sus autores consideran que la linealidad no es suficiente para explicar el funcionamiento del sistema universidad-industria-gobierno y la innovación que se produce en el mismo, ya sea por el empuje de la demanda o de la tecnología. Es un modelo complejo, basado en las diversas dinámicas que se establecen entre los elementos que forman el sistema. Estas dinámicas, junto con las retroalimentaciones que provocan, determinan la evolución del conjunto del sistema.

Existen diferentes configuraciones del modelo de la Triple Hélice, que representan los distintos tipos de relaciones que se pueden establecer entre los tres elementos del sistema (Gráfico 6). Mientras en el modelo 1 el gobierno domina sobre la industria y la universidad, en el modelo 2 se establecen relaciones entre los tres elementos al mismo nivel de importancia, aunque cada uno de ellos evoluciona de modo independiente. En el modelo 3, sin embargo, las diferentes esferas interactúan entre sí aunque ninguna de ellas engloba a las demás, sino que mantienen un cierto grado de autonomía, existiendo además, zonas de intersección de los tres elementos, en las que se forman redes trilaterales y organizaciones híbridas que incorporan elementos tanto de la universidad como del gobierno y la industria.

Gráfico 6: Diferentes configuraciones del modelo de la Triple Hélice



Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff (2000:111).

La implantación de una modalidad u otra conlleva implicaciones muy diferentes para la innovación. En el modelo 1, gran parte de las iniciativas son dirigidas desde el gobierno, por lo que queda muy poca autonomía para la industria y la universidad. La implantación de un modelo así puede desincentivar la innovación (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000:111). El modelo 2 refleja un modelo de política liberal basado en el *laissez faire*, en el que cada elemento funciona de forma autónoma. En el modelo 3, en cambio, se desarrollan actuaciones conjuntas entre los tres elementos del sistema, representadas gráficamente por el área de intersección de las tres esferas. Ejemplos de ellas pueden ser iniciativas trilaterales para el desarrollo económico basado en el conocimiento, alianzas estratégicas entre empresas y centros de investigación o creación de empresas en la universidad (*spin-offs* universitarias). Además, estas iniciativas son impulsadas, pero no controladas, desde las autoridades gubernamentales (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000:112). Este cambio en las relaciones entre los diferentes elementos se basan la percepción, por parte de éstos, de la importancia y la necesidad de mantener un alto nivel de innovación:

“The network relationships within the triple helix are changing the participating institutions into relatively autonomous yet interdependent spheres. [...] In contrast to neo-liberal expectations, the direction is

thus not toward laissez-faire. There is an important but not dominant role for government and an enhanced role of the university in the triple helix. What drives this change is the role of these institutional spheres and their networks of relations is the need to sustain a high level of innovation." (Leydesdorff y Etzkowitz, 2001:2).

Esta configuración de las relaciones universidad-industria-gobierno se puede considerar el resultado de varios desarrollos que han coincidido (Leydesdorff y Etzkowitz, 2001:2):

- En primer lugar, la interconexión entre los organismos productores del conocimiento y los usuarios de los resultados de la investigación. Este desarrollo se refleja en el aumento del número de centros de investigación conjunta universidad-industria y de centros de transferencia tecnológica.
- En segundo lugar, la emergencia y expansión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, que ha transformado el modo en que se interrelacionan los agentes del sistema.
- Finalmente, se ha producido una transición entre los modos de comunicación existentes con anterioridad, marcados por la verticalidad en las comunicaciones, hacia nuevos modos laterales y multimedia.

El resultado de estos tres desarrollos es el reconocimiento, por parte de las instituciones encargadas de diseñar las políticas de innovación, de que la Triple Hélice constituye la representación de un modelo de sistema de innovación al que orientarse. El objetivo, por tanto, será adaptar sus sistemas de innovación hacia este nuevo modelo predominante, ya sea motivando un acercamiento de las tres esferas o un distanciamiento, dependiendo de las características de sus modelos de partida (Leydesdorff y Etzkowitz, 2001:3).

Como se ha señalado, la implantación de este modelo supone la introducción de cambios tanto en la universidad, el Estado y la industria, como en las relaciones que se establecen entre ellos. En muchos casos, estos cambios se reflejan en la asimilación, por parte de alguno de los organismos, de funciones que tradicionalmente llevaban a cabo otros:

"A transformation in the functions of university, industry, and government is taking place as each institution can assume the role of the other. Under certain circumstances, the university can take the role of industry, helping to form new firms in incubator facilities. Government can take

the role of industry, helping to support these new developments through funding programs and changes in the regulatory environment. Industry can take the role of the university in developing training and research, often at the same high level as universities.” (Leydesdorff y Etzkowitz, 2001:2).

Numerosos autores han tomado como referencia el modelo de la Triple Hélice al analizar las relaciones que se establecen entre la universidad y la industria (Dosi et ál., 2005; Feldman y Kelley, 2006; Leydesdorff y Meyer, 2006; Mueller, 2006). Incluso *Research Policy* ha publicado un número monográfico dedicado al análisis de las relaciones universidad-industria-gobierno bajo este enfoque (número 35, volumen 10, 2006). Sin embargo, no es un modelo exento de críticas. Así, Mowery y Sampat (2005) señalan que no se puede determinar hasta qué punto este modelo es representativo del funcionamiento de las universidades o sólo de algunas ramas de investigación o departamentos de las mismas. Además, señalan que su valor como guía para la investigación empírica futura es limitado, dado que no ofrece criterios para medir los crecientes vínculos que se establecen entre la universidad y la industria ni tampoco señala los indicadores que debe seguir la recolección de datos (Mowery y Sampat, 2005:214).

3. LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA ENTRE LA UNIVERSIDAD Y LA INDUSTRIA

La transferencia de conocimiento y tecnología desde las universidades y los centros de investigación hace posible que los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo en estas instituciones puedan tener aplicación en el sector productivo, mediante la creación de nuevas empresas innovadoras o la transformación de las existentes, contribuyendo con ello a la creación de empleo y riqueza (Cohen et ál., 2002:1; Harmon et ál., 1997:424; Mowery y Shane, 2002:iv; Rasmussen et ál., 2003:518; Löf y Broström, 2008:88).

La relación entre universidad e industria puede seguir dos enfoques. Uno, a través de un modelo lineal: la tecnología pasa de la universidad a la industria a lo largo de varias fases. El otro, mediante un modelo de colaboración en el que la universidad y la industria son elementos integrados en red. A continuación se analizarán primero esos dos enfoques, para profundizar después en los canales o mecanismos de transferencia que utilizan.

3.1. MODELOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

En el modelo lineal, representado en el Gráfico 3, los inventores y los usuarios futuros de la tecnología funcionan de forma independiente, sin coordinar sus esfuerzos hacia la consecución de una determinada tecnología. En este modelo la tecnología pasa, en una única dirección, a través de diferentes etapas de desarrollo que van desde el invento hasta su aplicación como innovación en la industria. Por ello se considera que en este modelo la transferencia de tecnología es un proceso que sirve como puente entre dos organizaciones, la universidad y la industria, con culturas diferentes, que incluye diferentes etapas a través de las cuales la tecnología evoluciona y se transforma, pudiendo llegar a convertirse en algo completamente diferente de lo que era al principio (Mowery y Sampat, 2005:212).

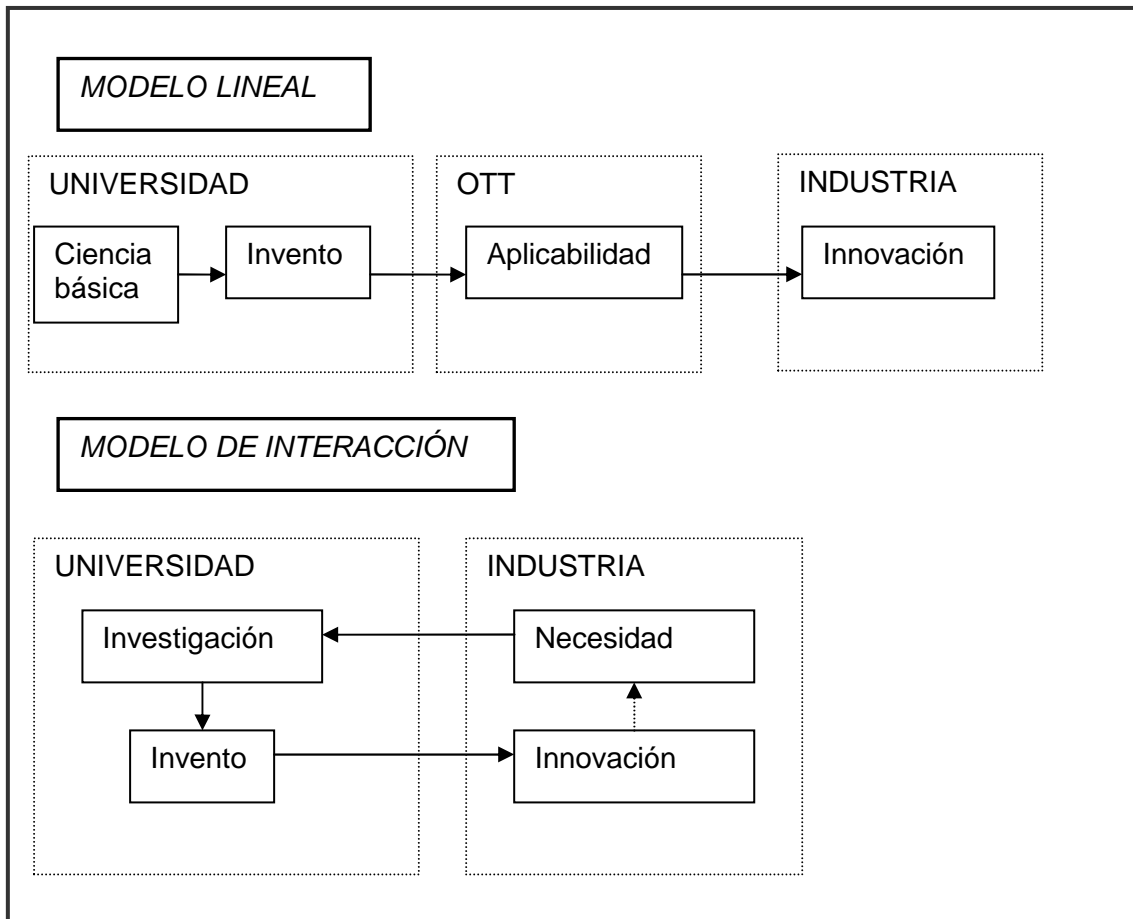
Dado que los centros de investigación y la industria se encuentran separados, en ocasiones es necesario que exista un organismo dedicado a facilitar la transferencia de tecnología que actúe como intermediario entre ellos. Este organismo, que en el gráfico se representa con las siglas OTT (oficina de transferencia de tecnología) actúa transformando el invento de modo que sea aplicable en la industria.

En este modelo la universidad se considera un centro dedicado a la investigación, especialmente a la ciencia básica. Las bases del modelo se encuentran en las aportaciones de Vannevar Bush en su obra *Science: The Endless Frontier* (1945), en la cual defiende la dedicación de fondos públicos para financiar la investigación en ciencia básica que se lleva a cabo en las universidades y centros de investigación, incluso si son privados (Mowery y Sampat, 2005:212). Bush justifica su postura al considerar que el uso de estos fondos revertirá finalmente en la sociedad, ya que los resultados de la investigación financiada de este modo influirán sobre la industria a través de las relaciones que se establecen en el modelo lineal, con los efectos positivos que ello genera sobre la creación de empresas y la transformación de las existentes. La innovación parte, por tanto, de avances de la ciencia básica que luego pasan a la investigación aplicada, y después serán desarrollados y comercializados. En este proceso tanto universidad como industria se mantienen independientes, cumpliendo cada una funciones diferentes.

El segundo enfoque de la transferencia tecnológica, representado a través del modelo de interacción, resalta las relaciones y colaboraciones que se establecen entre la universidad y la industria en el proceso de transferencia de una tecnología (Gráfico 7). En este caso, ambos organismos se encuentran interrelacionados y existen numerosas interacciones entre ellos. Por ejemplo, la investigación que se produce en

la universidad puede ser una investigación aplicada que surge como respuesta a una necesidad de la industria. El invento, resultado de la investigación, se aplicará a la industria, generando una innovación en ésta y, en algunos casos, provocando nuevas necesidades de investigación.

Gráfico 7: Modelos de transferencia tecnológica



Fuente: Elaboración propia a partir de Harmon et ál. (1997:425).

Este modelo, que aparece en estudios más recientes, es representativo de los procesos de transferencia tecnológica que se han dado, entre otros, en los inicios del sector de la biotecnología en Estados Unidos (Owen-Smith et ál., 2002:27). En este caso, las innovaciones surgieron en pequeñas empresas que se situaban cerca de las universidades y los centros de investigación, y que tenían importantes conexiones con ellos. Con frecuencia los empresarios o trabajadores de las empresas eran profesores o antiguos alumnos de dichas universidades que recurrían a ellas cuando encontraban problemas en la actividad, es decir, existían importantes canales de comunicación y acuerdos de colaboración entre dichos agentes.

Mientras la visión de la transferencia tecnológica del modelo lineal es una visión tradicional, que muchos consideran desfasada (Harmon et ál., 1997:425;

Etzkowitz, 2003:112; Nightingale, 1998:690) la basada en la interacción es más actual y se encuadra en el modelo de Triple Hélice. En este modelo interactúan la universidad y la industria, realizando cada una funciones que en la visión tradicional pertenecían a la otra.

Entre los dos enfoques anteriores se pueden situar otros sub-modelos, que surgen de las variaciones que se pueden producir en las relaciones entre industria y universidad. Por ejemplo, Harmon et ál. analizan el proceso de transferencia de la universidad hacia la empresa que se ha dado en 23 ramas de actividad, identificando en su estudio cinco procesos diferentes de transferencia tecnológica que confirman aspectos del modelo lineal y del de interacción (Harmon et ál., 1997:429):

- La tecnología es inventada en la universidad y vendida a una empresa ya existente con la que la universidad se encuentra relacionada. En este caso se pueden diferenciar además dos posibilidades:
 1. Que el inventor mantenga una relación estable con la empresa a la que transfiere su invento, ya sea formal o informal.
 2. Que la conexión con la empresa se haya establecido expresamente para poder llevar a cabo la transferencia de tecnología.
- La tecnología es inventada en la universidad y vendida a una empresa ya existente con la que la universidad no se encuentra relacionada. La transferencia de tecnología es fruto de una colaboración ocasional entre la universidad y la empresa. En este caso, el contacto con la universidad se suele establecer a través de un representante de la empresa que ha llevado a cabo una búsqueda formal mediante el estudio de artículos publicados en revistas científicas o presentaciones en congresos.
- La tecnología es inventada en la universidad y vendida a una empresa de capital-riesgo. La tecnología se vende a pequeñas empresas que tienen como objetivo crear empresas nuevas para explotar la innovación.
- La tecnología es inventada en la universidad y se crea una empresa nueva con el objetivo de explotarla comercialmente. Se trata de un *spin-off* académico, que será analizado en la última parte de este capítulo.
- La tecnología es desarrollada inicialmente por una empresa privada, que recurre a la colaboración de la universidad en determinadas fases de su desarrollo. En algunos de estos casos el empresario había sido

anteriormente miembro de la comunidad universitaria y seguía manteniendo relaciones con la universidad.

Etzkowitz, por su parte, analiza el proceso innovador diferenciando entre el modelo lineal y el interactivo (Etzkowitz, 2003:112). El primero lo enmarca dentro de la visión de la universidad anterior a la segunda revolución, es decir, la universidad investigadora (*Research university*), mientras que el segundo lo considera propio de la universidad empresarial (*Entrepreneurial university*). Etzkowitz identifica otros sub-modelos dentro de la perspectiva lineal:

- Modelo de linealidad inversa: la innovación tiene su origen en las necesidades comerciales y sociales, que se transmiten a la universidad. Allí tiene su origen el invento, que pasa a la industria para su explotación comercial.
- Modelo lineal asistido: es el modelo lineal presentado con anterioridad aunque en este caso se enfatiza el papel que tienen en el proceso innovador los organismos intermedios, tales como las oficinas de transferencia tecnológica, las empresas de capital-riesgo o las incubadoras de empresas.

Finalmente hay que señalar que modelo interactivo se considera un modelo post-lineal que puede incorporar modelos inversos o asistidos y que en la realidad es posible encontrar sistemas de transferencia tecnológica mixtos, que incorporen elementos de unos y de otros modelos. Es más, en las relaciones universidad-industria lo normal será encontrar combinaciones de elementos de diferentes modelos. Aunque se considera que el modelo interactivo es el más reciente y puede representar a las universidades que han adoptado el paradigma empresarial, la linealidad en la innovación sigue estando presente, por lo que el modelo lineal no se puede considerar como un modelo antiguo o desfasado, sino que, en muchos casos, sigue manteniendo su vigencia (Etzkowitz, 2003:113).

3.2. IMPACTO DE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD SOBRE LA INNOVACIÓN

Como es bien sabido, los resultados que se obtienen de la investigación que se lleva a cabo en las universidades y los centros de investigación impulsan la innovación industrial. Desde esa perspectiva, cobran interés para la investigación los siguientes aspectos:

- Caracterización y efectos de la transferencia de tecnología de la universidad sobre la industria.

- Transferencia de tecnología de la universidad a la industria según ramas de actividad.

3.2.1. Caracterización y efectos de la transferencia de tecnología de la universidad sobre la industria

Resulta difícil cuantificar los efectos que la transferencia de tecnología de la universidad provoca sobre la industria (Bessette, 2003:355). Dada la complejidad del tema, su estudio ha sido abordado a través de diferentes metodologías, entre las que se pueden destacar cinco:

- Rastrear el origen del conocimiento a partir del cual se han desarrollado las innovaciones objeto de estudio para determinar si procede de la universidad o de la investigación que llevan a cabo las empresas.
- Entrevistar a los directivos de las empresas para determinar el origen de los conocimientos que dan lugar a las innovaciones.
- Entrevistar a los investigadores para averiguar la aplicación que los resultados de sus investigaciones han tenido en la industria.
- Estudiar las patentes universitarias y las aplicaciones que tienen en la industria.
- Entrevistar a investigadores o directivos de empresas con el objetivo de conocer las interrelaciones concretas que se establecen entre universidad e industria.

Entre los primeros autores que analizan el origen de las innovaciones industriales destaca Mansfield (1991)⁴, quien pretende cuantificar el peso que la investigación universitaria tiene en el desarrollo de las innovaciones industriales. Además, intenta estimar el lapso de tiempo que separa la obtención de un resultado de investigación y su aplicación en la industria. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la investigación universitaria ha sido un elemento necesario en el desarrollo del 11% de las innovaciones de producto y el 9% de las de proceso. El autor estima, además, una media de siete años entre la publicación de los resultados de la

⁴ Mansfield (1991) entrevista a los ejecutivos jefe del departamento de I+D de 76 grandes empresas estadounidenses pertenecientes a siete ramas de actividad distintas. Las empresas objeto de estudio son una muestra aleatoria obtenida a partir de la lista de grandes empresas publicada en *Business Week* el 23 de junio de 1986. El cuestionario se refirió a los nuevos productos y procesos comercializados por las empresas entre 1975 y 1985.

investigación universitaria y el desarrollo de la innovación en la industria (Mansfield, 1991:11).

Klevorick et ál. (1995)⁵ profundizan en esta cuestión utilizando una metodología diferente: miden el grado en que las investigaciones en ciencia básica desarrolladas en la universidad entre 10 y 15 años antes del estudio han influenciado en la I+D que desarrolla la industria. Sus resultados les llevan a considerar que el impacto que ejerce la investigación académica es indirecto, ya que tiene lugar sobre todo a través de la ingeniería y las ramas de ciencia más aplicada, o a través de la formación en la universidad de los científicos e ingenieros que luego trabajarán en la industria.

Cohen et ál. (2002)⁶, por su parte, analizan la influencia de la investigación universitaria sobre la industria a través de las respuestas recibidas de los administradores de I+D de numerosas empresas estadounidenses. A partir de las respuestas obtenidas, los autores identifican varias fuentes de conocimiento innovador diferentes de la investigación universitaria, como son los competidores, los consumidores, la contratación de servicios de consultoría y las propias actividades de la empresa. Al analizar la importancia de cada una de estas fuentes, se obtiene que la mayor parte de los proyectos de innovación de las empresas se inicia como respuesta a la información que se recibe de los compradores o de la propia actividad de la empresa. Sin embargo, existen algunas ramas de actividad, como la farmacéutica, en las que la investigación universitaria sí ejerce un papel predominante como fuente de innovaciones. De forma complementaria se pregunta a los empresarios sobre qué tipo de resultados de la investigación universitaria consideran más útiles para la industria, siendo éstos los prototipos y los nuevos instrumentos y técnicas.

⁵ Klevorick et ál. (1995) utilizan en su estudio datos procedentes del *Yale Survey on Industrial Research and Development*, que recoge las respuestas de 650 ejecutivos a un cuestionario enviado por los autores del artículo. Los ejecutivos que responden ocupan altos cargos en los departamentos de I+D de empresas estadounidenses pertenecientes a diferentes ramas de actividad.

⁶ Cohen et ál. (2002) se basan en el informe Carnegie Mellon Survey, en el que se recogen las respuestas a un cuestionario de una muestra aleatoria de directivos de empresas estadounidenses que llevan a cabo actividades de I+D. A ello se añaden los datos de ventas y número de empleados de las empresas obtenidos de diferentes bases de datos (Cohen et ál., 2002; p.4).

En un estudio reciente, Löf y Broström (2008)⁷ intentan determinar si la colaboración con la universidad favorece la innovación entre las empresas. Los autores obtienen resultados positivos, concluyendo que se puede hallar una fuerte evidencia de que la colaboración con la universidad fortalece las ventas de productos innovadores y aumenta la propensión a patentar en las empresas de más de 100 trabajadores. Sin embargo, no encuentran la misma evidencia para las empresas dedicadas a la prestación de servicios (Löf y Broström, 2008:88).

El impacto que tiene la transferencia tecnológica de la universidad sobre la industria ha sido analizado también a partir del punto de vista de los investigadores universitarios. Lee (1996)⁸ se dirige a ellos para obtener información sobre el impacto que consideran que pueden tener los resultados de las investigaciones que llevan a cabo sobre la industria. Lee destaca que los investigadores consideran que su investigación puede resultar beneficiosa para la actividad de las empresas y que sería positivo establecer redes de colaboración con ellas. Sin embargo, algunos investigadores muestran cierta resistencia hacia una excesiva participación de la universidad en la industria, ya que consideran que podría entorpecer el mantenimiento de los valores tradicionales de la universidad, es decir, la educación, la investigación y la integridad (Lee, 1996:860). Link y Siegel⁹ observan que la propensión a transferir los resultados de la investigación hacia la industria por parte de los investigadores, aumenta conforme son mayores los incentivos financieros que se establecen para

⁷ Löf y Broström (2008) utilizan datos del CIS (*Community Innovation Survey*) III en Suecia, en el que se recogen diversas características relacionadas con la innovación de las empresas suecas en el año 2001. Los datos proporcionan información que puede explicar la decisión de las empresas de colaborar o no con las universidades (Löf y Broström, 2008; p.78).

⁸ Para obtener estos resultados, Lee (1996) envió por correo un cuestionario a investigadores de diferentes universidades estadounidenses (43% de respuestas obtenidas) y entrevistó personalmente a un grupo de responsables de relaciones universidad-empresas de universidades seleccionadas. Los datos obtenidos se complementan la base de datos de la National Science Foundation o los datos publicados en el informe Academic Science and Engineering R&D Expenditure Data (Lee, 1996:846).

⁹ Link y Siegel (2005) utilizan datos cualitativos obtenidos a través de entrevistas realizadas a los directores de las oficinas de transferencia de tecnología, a los empresarios que han empleado tecnología desarrollada en la universidad y a investigadores universitarios de universidades de prestigio situadas al sureste y suroeste de los EEUU. En total, llevan a cabo 98 entrevistas.

fomentarla, es decir, los investigadores llevarán a cabo actividades de comercialización si consideran que los ingresos que reciben a cambio para sí mismos o para su grupo de investigación son suficientes. Por ello, es importante que las universidades que desean fomentar la comercialización de los resultados de la investigación diseñen un sistema adecuado de incentivos financieros (Link y Siegel, 2005:179).

Otros trabajos analizan la influencia de la investigación universitaria sobre la industria a través de las patentes y las licencias de las mismas que se conceden a las empresas (Agrawal y Henderson, 2002:44; Link y Siegel, 2005:170). En estos trabajos las patentes se consideran el “producto” de la actividad universitaria. Entre las características de las mismas que justifican su uso en la medición del impacto de la transferencia de tecnología universidad-empresa se han señalado las siguientes (Agrawal y Henderson, 2002:44)¹⁰:

- Las patentes ofrecen una información muy completa, que abarca desde los datos del inventor hasta las características detalladas del invento.
- Por definición, se considera que el invento que se patenta es susceptible de ser comercializado. Ello no significa, sin embargo, que dicha explotación comercial sea necesariamente exitosa.
- Existen bases de datos disponibles en las que se puede acceder a los datos de las patentes.

Finalmente, otro aspecto a considerar al analizar la transferencia tecnológica de las universidades hacia la industria, es la continuidad y la exclusividad de estas relaciones. Aunque no existe mucha evidencia empírica a este respecto, cabe destacar el trabajo de Levy et ál. (2007)¹¹, que consideran que los efectos que la transferencia de tecnología tiene sobre las empresas no serán iguales si las relaciones son esporádicas o si se mantienen de forma prolongada en el tiempo. Igualmente, las

¹⁰ Agrawal y Henderson (2002) desarrollan un estudio de la actividad investigadora y comercializadora de los miembros de los departamentos de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica e Informática del MIT. Utilizan datos cuantitativos y cualitativos recogidos a través de encuestas y fuentes secundarias (Agrawal y Henderson, 2002:46)

¹¹ Levy et ál. (2007) utilizan la base de datos que recoge las relaciones con la industria que la Universidad Louis Pasteur llevó a cabo entre 1990 y 2002. En ella aparece más de 1.000 empresas que han colaborado con dicha universidad, siendo las actividades de colaboración de muy diversa índole (Levy et ál., 2007:2).

relaciones de exclusividad entre una universidad y una empresa pueden parecer, a priori, más beneficiosas para la empresa. Con el objetivo de analizar estas cuestiones, los autores realizan un estudio de la transferencia de tecnología desde la universidad Louis Pasteur e identifican cuatro tipos de empresas en función de la relación de transferencia tecnológica que establecen con la universidad. Los tipos 1 y 4 mantienen relaciones exclusivas con la universidad; en el tipo 1 la empresa establece contratos privados para beneficiarse ocasionalmente de la experiencia de la universidad en un determinado campo de investigación; por el contrario, el tipo 4 de empresa establece relaciones continuas e intensas, llevando a cabo patentes y publicaciones conjuntas. En los tipos 2 y 3 las relaciones entre la universidad y las empresas no son exclusivas, pudiendo participar más organizaciones. Así, las empresas que se identifican con el tipo 2 establecen colaboraciones ocasionales con la universidad, en muchos casos como parte de redes de colaboración entre universidades y empresas en Europa; las empresas de tipo 3 establecen relaciones regulares con la universidad, abiertas a otras universidades y empresas, con las que llevan a cabo publicaciones conjuntas u otras colaboraciones diversas (Levy et ál., 2007:19).

3.2.2. Ramas industriales influenciadas por la transferencia tecnológica

Entre los trabajos que analizan la transferencia de tecnología universidad-empresa por ramas industriales se encuentra el de Mansfield (1991), quien identifica varias ramas de actividad en las que la influencia de la transferencia de tecnología de la universidad es más patente. Estas ramas serán la farmacéutica y la producción de equipamientos eléctricos para en el caso de las innovaciones de producto, y las ramas dedicadas al procesamiento de información para las de proceso (Mansfield, 1991:11). Lööf y Broström (2008), en cambio, consideran que la investigación universitaria genera en la industria un mayor número de innovaciones de producto que de proceso. Como consecuencia, su impacto positivo se concentrará en las ramas manufactureras, afectando en menor medida a las ramas de servicios, aspecto señalado previamente por otros autores (Bania et ál., 1993:765; Cohen et ál., 2002:12; Lööf y Broström, 2008:86).

Cohen et ál. (2002) diferencian los efectos que la investigación universitaria provoca sobre la industria según si es investigación básica o aplicada. Mientras que los efectos de la investigación básica son limitados y se concentran principalmente en la industria química, los de investigación aplicada son amplios y variados. Diferenciando entre ramas de actividad, se puede señalar que los avances en ingeniería dan lugar a innovaciones en el procesamiento del petróleo y ciertas

industrias químicas; las innovaciones en la industria de la maquinaria general están relacionadas con avances logrados en ingeniería mecánica en la universidad; la investigación en ingeniería eléctrica se relaciona con la industria electrónica, incluyendo computación, semiconductores, equipos de comunicación e instrumentos; y los resultados obtenidos en las universidades en ciencias médicas y la salud se aplican en las ramas industriales farmacéuticas y de producción de equipos médicos (Cohen et ál., 2002:10). Por otro lado, la transformación de los avances logrados en la universidad en innovaciones industriales tiene lugar, como media, unos diez años después de su publicación (Cohen et ál., 2002:12).

Cuadro 1: La importancia de la investigación universitaria en la tecnología industrial

<i>Ciencia</i>	<i>Nº</i>	<i>Industrias</i>
Biología	12	Alimentación animal, medicinas, procesamiento de frutas/verduras
Química	19	Alimentación animal, productos de carne, medicinas
Geología	0	Ninguna
Matemáticas	5	Instrumentos ópticos
Física	4	Instrumentos ópticos, electrónica
Ciencias agrícolas	17	Pesticidas, alimentación animal, fertilizantes, alimentos
Matemáticas aplicadas	16	Productos de carne, industria de la madera
Informática	34	Instrumentos ópticos, industria de la madera y del papel
Materiales	29	Caucho sintético, metales no ferrosos
Medicina	7	Instrumentos médicos y quirúrgicos, medicinas, café
Metalurgia	21	Metales no ferrosos, fabricación de productos de metal
Ingeniería química	19	Comidas enlatadas, fertilizantes, bebidas de malta
Ingeniería eléctrica	22	Semiconductores, instrumentos científicos
Ingeniería mecánica	28	Herramientas, maquinaria industrial especializada

Fuente: Mowery y Sampat (2005:117).

Siguiendo los estudios de Levin et ál. (1987) y Cohen et ál. (2002), Mowery y Sampat (2005) analizan las ramas industriales en las que se considera importante la aportación de la investigación universitaria¹². Los resultados se pueden observar en el Cuadro 1. En la primera columna se indican las ramas de las ciencias y en la segunda el número de actividades industriales para las que los gerentes creen que la

¹² Los datos proceden del *Yale Survey on Appropriability and Technological Opportunity in Industry* y son el resultado de entrevistas realizadas a los gerentes de I+D de las empresas seleccionadas.

investigación universitaria es importante. En una tercera columna se recogen algunos ejemplos de estas actividades industriales para cada rama de la ciencia.

Según Mowery y Sampat, los datos muestran que las ramas de las ciencias que tienen mayor influencia sobre la industria son la ingeniería y las ciencias aplicadas. En general, la interrelación entre la universidad y las empresas en estas ramas de estudio es muy importante, de modo que en EEUU es frecuente ambas instituciones lleven a cabo investigaciones conjuntas en ciencia aplicada (Mowery y Sampat, 2005:117).

3.3. MECANISMOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Los mecanismos a través de los cuales la universidad puede prestar servicios a las empresas son variados. Entre ellos, Pavitt (2003) destaca la publicación de los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo en la universidad, que pueden ser aplicados a la producción por las empresas (Pavitt, 2003:16). Otro mecanismo es la formación de personal especializado, familiarizado con las últimas técnicas de producción e integrado en redes de investigación internacionales (Pavitt, 2003:17).

Se pueden diferenciar varios tipos de mecanismos de transferencia de tecnología entre la universidad y la industria:

- Convenios y contratos.
- Licencias de patentes.
- Movilidad de recursos humanos entre la universidad y la empresa.
- Creación de empresas basadas en resultados de la investigación llevada a cabo en las universidades.
- Publicaciones en revistas científicas y aportaciones a congresos.
- Relaciones informales.
- Formación de personal.

Los mecanismos de transferencia tecnológica se pueden clasificar atendiendo a varios criterios. Link et ál. (2007), por ejemplo, diferencian entre canales de transferencia tecnológica formales e informales. Entre los formales se pueden destacar las licencias de patentes o la creación de empresas. Por otro lado, se identifican tres tipos de transferencia tecnológica informal: la colaboración con personal de la industria en la transferencia o comercialización informal de una tecnología, la publicación de artículos junto con personal industrial y la consultoría a empresas.

Un segundo criterio para clasificar los mecanismos de transferencia puede ser la existencia o no de un pago de una de las partes a la otra, que ostenta los derechos de propiedad intelectual del invento. Así, se puede considerar un primer grupo formado por aquellos mecanismos en los que no hay pago, como por ejemplo, las relaciones informales entre el personal de la universidad y la empresa, las publicaciones y aportaciones a congresos o, en algunos casos, la movilidad de personal entre la universidad y la empresa y la creación de empresas. En un segundo grupo se pueden incluir aquellos mecanismos en los cuales la universidad ostenta los derechos de propiedad intelectual del conocimiento y quiere obtener ingresos por su transferencia. Es el caso de convenios y contratos, patentes y licencias, los servicios técnicos y las actividades de apoyo y, en ocasiones, la movilidad de personal entre la universidad y la empresa y la creación de empresas. En muchos casos, son instrumentos que han surgido recientemente, fruto del interés por transferir los resultados de la investigación.

Finalmente, otro criterio es la intencionalidad de la transferencia de tecnología. Este criterio se encuentra muy relacionado con el anterior, puesto que la transferencia intencionada de tecnología suele implicar un pago por los derechos de propiedad intelectual. De acuerdo con este criterio, se pueden distinguir dos grupos. El primero, que recoge los mecanismos de transferencia no intencionada, se suele englobar bajo el término *spillovers* e incluye:

- las relaciones informales entre el personal de la universidad y la empresa;
- las publicaciones y aportaciones a congresos;
- la movilidad de personal entre la universidad y la industria;
- la creación de empresas por parte de emprendedores que no pertenecen a la universidad.

En el segundo grupo de mecanismos de transferencia, en los cuales ésta se produce de forma intencionada, se incluyen:

- los contratos de colaboración entre universidad e industria;
- las licencias de patentes;
- la creación de empresas *spin-offs* universitarias.

Atendiendo a si son intencionados o no, se revisan a continuación los mecanismos de transferencia tecnológica existentes y sus características.

3.3.1. Mecanismos para la transferencia tecnológica no intencionada: *spillovers* de conocimiento

Ya en el capítulo anterior se hizo referencia a los *spillovers* de conocimiento como fuente de oportunidades tecnológicas. Aquí nos centramos en los *spillovers* de conocimiento que tienen su origen en la universidad y que permiten la transferencia de tecnología de éstas a las empresas. Éstos han sido objeto de estudio por diferentes autores (Jaffe, 1989; Bania et ál., 1993; Audretsch y Feldman, 1996; Anselin et ál., 1997; Monjon y Waelbroeck, 2003; Pavitt, 2003; Audretsch y Lehman, 2004; Audretsch et ál., 2004; Audretsch y Lehman, 2006).

La medición de los *spillovers* es una tarea compleja. La metodología más utilizada intenta cuantificar la relación existente entre la investigación universitaria y la innovación industrial o la creación de empresas en el territorio (Audretsch et ál., 2004:195). Como variables de aproximación de la investigación universitaria se utilizan, entre otras, la inversión en investigación y el número de publicaciones científicas o de investigadores. Se han llevado a cabo diferentes estudios empíricos que pretenden medir el efecto de los *spillovers* universitarios, aunque no se han obtenido resultados concluyentes (Anselin et ál., 1997:424). Así, por ejemplo, mientras Jaffe (1989:968) señala que sólo existe una débil evidencia de la existencia de *spillovers* universitarios, Anselin et ál. (1997), en un estudio posterior, encuentran una fuerte evidencia de formación de *spillovers* entre la investigación de la universidad y la innovación que llevan a cabo las empresas privadas (Anselin et ál., 1997:440).

Dentro de los canales difusión del conocimiento de la universidad que dan lugar a *spillovers*, Cohen et ál. (2002) observan que los más importantes son las publicaciones y los informes, seguidos por los intercambios informales de información, los encuentros públicos, los congresos y la consultoría (informal) (Cohen et ál., 2002:14). Señalan además que los canales abiertos e informales, es decir, los que dan lugar a los *spillovers*, son los que influyen en mayor medida en las empresas. Según los autores, el personal de I+D de las empresas recurre a estos canales de transferencia, más que para obtener nuevas ideas para innovar, con el objetivo de solucionar unos problemas o necesidades determinadas. Por el contrario, Rogers et ál. (2001) señalan que las publicaciones en revista científicas constituyen un mecanismo relativamente ineficaz para la transferencia tecnológica, a pesar de constituir una de las más importantes actividades de difusión del conocimiento que realizan los científicos (Rogers et ál., 2001:259).

En el estudio de los *spillovers* se suele tener en cuenta el papel que juega la distancia geográfica entre el emisor y el receptor del conocimiento, ya que cuanto mayor es la distancia menor es el efecto del *spillover* (Audretsch et ál., 2006:106; Castellacci, 2007:5; Tappeiner et ál., 2008:864). Así, se suelen identificar los casos de las empresas de Silicon Valley (California) y la Ruta 128 (Boston) como ejemplos de *spillovers* universitarios sobre la industria, ya que se considera que éstos han provocado la localización de las empresas cerca de los centros universitarios de Stanford y el MIT (Bania et ál., 1993:765; Jaffe, 1998:957; Woodward et ál., 2006). Sin embargo, Audretsch et ál. llegan a la conclusión de que la importancia de la distancia geográfica depende del tipo de conocimiento que se transfiere. Mientras el conocimiento codificado es fácilmente transferible a través de mecanismos en los que la distancia geográfica tiene escasa o nula influencia, como las publicaciones, en la transferencia de conocimiento tácito son necesarias la comunicación oral y la reciprocidad, por lo que la distancia que separa a los agentes debe ser reducida para que la transferencia tenga éxito (Audretsch et ál., 2004:195).

Se puede señalar, por tanto, que la decisión de las empresas de situarse cerca de la universidad para captar los *spillovers* que ésta genera depende del tipo de conocimiento en que esté especializada la universidad. Según esto, cabe pensar que las universidades especializadas en ciencias naturales o experimentales, en las que el conocimiento codificado es más importante, atraerán un menor número de empresas, mientras que lo contrario ocurrirá con las universidades especializadas en ciencias sociales, en las que el conocimiento incorpora un fuerte componente tácito. Sin embargo, los resultados empíricos obtenidos contradicen esta hipótesis, ya que no existe evidencia de que los *spillovers* procedentes de universidades especializadas en ciencias sociales atraigan la localización de las empresas, aspecto que sí se observa en el caso de las universidades más técnicas (Audretsch et ál., 2004:196).

En un trabajo posterior, Audretsch y Lehman (2006) profundizan en el estudio de los *spillovers* universitarios al analizar la influencia de la cercanía geográfica de las empresas a las universidades como factor determinante de su rendimiento. Los resultados contradicen los obtenidos anteriormente por Audretsch et ál., ya que señalan que, en la actualidad, la cercanía geográfica es determinante para que las empresas se beneficien de los *spillovers* en ciencias sociales, pero es menos importante en el caso de las ciencias naturales (Audretsch y Lehman, 2006:79). La explicación para esta contradicción es apuntada por Audretsch y Lehman, que señalan que en la actualidad la distancia geográfica no supone un obstáculo para acceder al conocimiento en ciencias naturales, ya que se difunde a través de diversos medios,

como las revistas científicas. Hace unos años, en cambio, era más difícil acceder al conocimiento aunque estuviera publicado, lo que justifica la decisión de las empresas de situarse cerca de las universidades.

3.3.2. Mecanismos para la transferencia tecnológica intencionada

Como se ha indicado anteriormente, entre los canales que se utilizan para llevar a cabo la transferencia de tecnología intencionada entre la universidad y la industria destacan los siguientes: contratos de colaboración entre universidad e industria, licencias de patente y creación de empresas *spin-offs* universitarias. Éstas serán analizadas con detalle en la próxima sección de este capítulo, por lo que en este apartado el análisis se centrará en los contratos de colaboración entre universidad e industria y las licencias de patente.

Contratos de colaboración entre universidad e industria

Los contratos de colaboración se pueden establecer entre la universidad y una empresa con diversos objetivos: desarrollar un invento, ofrecer consultoría o asistencia o incluso formar consorcios de forma estable (Shane, 2002a:542; Audretsch y Lehman, 2006:72). Entre ellos, los más frecuentes son los contratos de investigación, mediante los cuales la empresa proporciona fondos a la universidad para que desarrolle una investigación sobre aspectos relacionados con su actividad, con el objetivo de explotar comercialmente los resultados de la misma (Shane, 2002a:537).

Shane (2002a) analiza los contratos de colaboración entre la universidad y la industria en EEUU y encuentra importantes diferencias en la actitud de las empresas grandes y las pequeñas. En relación con los contratos de investigación, señala que las empresas pequeñas son menos propensas que las grandes a participar en los mismos, y cuando lo hacen tienden a firmarlos con las universidades más cercanas (Shane, 2002a:542). Por otro lado, las empresas pequeñas, al tener un presupuesto más limitado, suelen buscar la colaboración con las universidades como medio para acceder a la financiación de la investigación a través de fondos públicos (Shane, 2002a:542).

Por otro lado, entre los contratos de consultoría se observan diferencias, ya que, de acuerdo con Shane, la consultoría a las pequeñas empresas requiere una mayor implicación por parte del personal de las universidades e incluso supone un mayor conflicto de intereses para las mismas. Ello se debe a que, dadas sus limitaciones de fondos, en ocasiones las empresas pagan a las universidades con participaciones en su capital, lo cual supone una implicación de la universidad en la

actividad empresarial y un conflicto de intereses al llevar a cabo labores de consultoría (Shane, 2002a:544).

Aunque los contratos de colaboración entre la universidad y la industria son un mecanismo de transferencia que puede resultar beneficioso para ambas partes, no son tan utilizados como las licencias de patente, que se analizan a continuación.

Licencias de patente

Las licencias de patentes son, como se ha señalado anteriormente, un mecanismo de transferencia tecnológica muy utilizado en las universidades y su papel en la relación universidad-industria ha sido objeto de atención por parte de diferentes autores (Shane, 2002; Lockett y Wright, 2005; Agrawal y Henderson, 2002; Colyvas et ál., 2002; Mowery y Ziedonis, 2006; Shane, 2002; Thursby y Thursby, 2002). Entre los diferentes aspectos de las patentes que se han analizado, destacamos los siguientes:

- Ventajas del uso de las patentes como mecanismo de transferencia de tecnología entre universidad y empresas.
- Inconvenientes del uso de las patentes como mecanismo de transferencia de tecnología entre universidad y empresas.
- Efectividad de la transferencia de tecnología realizada a través de patentes.

Entre las ventajas del uso de las patentes para comercializar el conocimiento que generado en la universidad se han señalado con frecuencia dos. Una de ellas es que permiten reducir los costes de información en la transferencia de tecnología de tres formas (Shane, 2002:124):

1. El uso de las patentes reduce, por un lado el riesgo de selección adversa, a través de la reducción de los problemas que conlleva la revelación de información, ya que permite al vendedor revelar el invento al comprador manteniendo los derechos de propiedad del mismo hasta que se produzca la venta.
2. A través de la patente, terceras partes pueden verificar al menos algunas de las dimensiones de la calidad de la tecnología que se va a transferir.
3. La codificación de la información a través de la patente permite que los contratos de transferencia sean más completos.

La otra ventaja que ofrece el uso de patentes como mecanismo de transferencia es que permiten que tanto la universidad como el investigador obtengan rendimientos de la investigación; además de que el investigador puede continuar con

su trabajo sin tener que dedicar excesiva atención a la comercialización (Lockett y Wright, 2005:1043).

Entre los inconvenientes que conlleva el uso de las patentes también se han señalado dos:

1. La naturaleza de la nueva tecnología puede determinar que ésta no sea fácilmente patentable y licenciable (Lockett y Wright, 2005:1043).
2. Es posible que la universidad no llegue a obtener todo el beneficio económico que genera la nueva tecnología mediante las licencias de patente, ya que existen otros mecanismos de transferencia, como la creación de empresas, que pueden resultar más beneficiosos para la universidad (Lockett y Wright, 2005:1044).

En cuanto a la efectividad de las patentes como mecanismo de transferencia de tecnología, se ha señalado que no será la misma en todas las líneas de negocio, ya que dependerá de diferentes factores, como la rapidez en la transformación de la tecnología y la posibilidad de evitar las patentes utilizando tecnologías similares. Shane analiza las licencias concedidas de una muestra de patentes del MIT y concluye que algunas ramas de investigación dan lugar a patentes más fácilmente comercializables, que serán aquellas que reciban más solicitudes de licencia (Shane, 2002:136). Otros trabajos analizan el impacto de las patentes universitarias sobre la industria, obteniendo resultados diferentes (Agrawal y Henderson, 2002; Colyvas et ál., 2002; y Cohen et ál., 2002). Agrawal y Henderson (2002) entrevistan al personal de dos departamentos del MIT con el objetivo de medir la importancia que éstos conceden a la transferencia de tecnología para los departamentos y los mecanismos que se utilizan para ello. Los resultados sugieren que las patentes juegan un papel pequeño en la transferencia de conocimiento de la universidad, ya que constituyen un objetivo secundario de los departamentos universitarios, por detrás de la publicación en revistas científicas (Agrawal y Henderson, 2002:45). Colyvas et ál. (2002) sugieren que el uso de la patente como mecanismo de transferencia depende de las características del resultado que se quiere transferir. Así, las licencias y patentes se usan en mayor medida en el caso de invenciones que se encuentran en fase embrionaria, pero no cuando están listas para ser utilizadas en la industria (Colyvas et ál., 2002:67). En este sentido, Cohen et ál. (2002) señalan que las licencias de patentes sólo funcionan como mecanismos de transferencia tecnológica en algunas ramas industriales, como la farmacéutica, pero que en otras son más importantes los mecanismos de transferencia abiertos e informales.

Debata sobre la promoción de las licencias de patente como mecanismo de transferencia tecnológica

Desde 1980 el número de patentes universitarias en EEUU ha aumentado considerablemente (Colyvas et ál., 2002; Mowery y Ziedonis, 2006:158; Shane, 2002:122; Thursby y Thursby, 2002:90). Entre las causas que se suelen citar para explicar este importante crecimiento destacan las siguientes:

- Influencia del contexto legal: se destaca el papel ejercido por la Bayh-Dole Act de 1980, que facilita la patente, por parte de las universidades estadounidenses, de los resultados de la investigación financiada con fondos públicos (Colyvas et ál., 2002:61; Mowery et ál., 2002:73; Mowery y Sampat, 2005:120; Mowery y Ziedonis, 2006:158).
- Avances científicos logrados en diferentes campos de la investigación, en los que las patentes aumentan especialmente (Colyvas et ál., 2002:61; Mowery y Sampat, 2005:121; Mowery y Ziedonis, 2006:158).
- Aumento de la financiación pública a la investigación (Mowery y Ziedonis, 2006:158).
- Cambios en la cultura de investigación de las universidades estadounidenses, que optan por investigar en ciencia aplicada, cuyos resultados son más susceptibles de ser patentados y comercializados que los de la investigación en ciencia básica (Henderson et ál., 1998:119).
- Aumento de la propensión a patentar de las universidades para explotar los resultados de sus investigaciones: se ha producido un aumento de la presión existente sobre las universidades para conseguir beneficios económicos de los resultados científicos, dado el creciente nivel de competencia existente en la obtención de fondos públicos (Henderson et ál., 1998:119). Otro motivo de la universidad para aumentar su propensión a patentar puede ser la implantación del paradigma empresarial, que les impulsa a buscar la explotación comercial de los inventos (Thursby y Thursby, 2002:102).

No existe acuerdo entre los autores sobre si la implantación de leyes como la Bayh-Dole Act, que fomentan el uso de las patentes como mecanismo de transferencia en las universidades, resulta o no beneficiosa. Por un lado, algunos autores consideran que provoca una desviación de la investigación hacia las ramas más aplicadas, en las que los resultados son más fácilmente patentables, lo que

perjudicaría el avance de la ciencia básica. Por otro lado, se considera que misión de la universidad es fomentar la difusión del conocimiento, por lo que el uso de las patentes no resulta adecuado.

En relación con el primer aspecto de controversia señalado, Henderson et ál. (1998) consideran que la Bayh-Dole Act ha generado un aumento en el número de patentes, a la vez que ha disminuido su importancia y generalidad, debido a que ha menguado su calidad. Entre las causas que explican este fenómeno se han señalado las dos siguientes:

1. La aparición de patentes procedentes de universidades que no tienen experiencia en esta actividad y que patentan resultados poco importantes (Henderson et ál., 1998:126).
2. Un cambio en la cultura de investigación en la universidad, que da lugar a la desviación de la investigación hacia ramas más aplicadas de la Ciencia, cuyos resultados se consideran más susceptibles de ser patentados. Ésta podría ser la causa, según Henderson et ál., del aumento de las patentes que se produce en EEUU en los años 80 y 90 (Henderson et ál., 1998:119).

A diferencia de Henderson et ál., otros autores no consideran que la implantación de medidas de fomento de las patentes provoquen un cambio en los objetivos de la investigación de la universidad (Mowery y Sampat, 2005:122; Thursby y Thursby, 2002:102; Shane, 2004b:655; Sampat, 2006:786). Mowery y Ziedonis (2002), por ejemplo, consideran que los datos no reflejan una reducción de la calidad de las patentes pero que, en el caso de que fuera así, se debería a la entrada de universidades con poca experiencia en patentar, ya que, en su opinión, no se ha producido ningún cambio en la cultura investigadora de las universidades (Mowery y Ziedonis, 2002:416). Esta hipótesis se ve reforzada en un estudio posterior (Mowery et ál., 2002), en el que se observa que la calidad de las patentes ha aumentado en los años 90, hecho que se relaciona con la mayor experiencia de las universidades y su aprendizaje en el proceso de selección de patentes (Mowery et ál., 2002:88). En este sentido, Shane (2004b) señala que la implantación de la Bayh-Dole Act ha influido sobre el aumento de las patentes universitarias provocando una redistribución de las patentes entre líneas de negocio, pero que no se puede deducir de estos resultados si el cambio se ha producido por un aumento en la propensión a patentar de las universidades o porque la investigación en las universidades se ha redirigido hacia aquellos campos cuyos resultados son más patentables (Shane, 2004b:148).

En cuanto al segundo aspecto de controversia señalado, hay autores que consideran que el fomento de las patentes puede resultar negativo para la universidad, ya que entienden que la principal función de ésta es difundir los conocimientos de forma libre. Al patentar los resultados de la investigación se producen en ocasiones retrasos en las publicaciones, secretos y otros elementos que perjudican la difusión del conocimiento (Dasgupta y David, 1994:518). En este sentido, se plantea la necesidad de establecer mecanismos para que las patentes no supongan un impedimento para el desarrollo normal de otros canales de transferencia de los resultados de la investigación, como las publicaciones (Mowery y Sampat, 2005:122; Fabrizio, 2007:526).

Nelson (2001) considera que las leyes que fomentan las patentes en la universidad, como la Bayh-Dole Act, han impulsado a los investigadores universitarios a prestar atención a la transferencia de sus resultados de investigación hacia la industria. Aunque éste es un efecto positivo, para conseguirlo, según Nelson, no es necesario fomentar el uso de las patentes; por el contrario, la publicación de los resultados de la investigación es un mecanismo eficaz de transferencia de tecnología (Nelson, 2001:17). Además, Nelson señala que, en contra de lo que se cree, las universidades no se pueden autofinanciar mediante los ingresos derivados de las licencias de las patentes; por el contrario, la mayor parte de las universidades estadounidenses obtienen saldos negativos de su gestión de las patentes, ya que tienen que pagar para mantenerlas y apenas reciben ingresos por licencias (Nelson, 2001:17).

4. LAS SPIN-OFFS UNIVERSITARIAS

Entre los mecanismos de transferencia de tecnología universidad-industria está la creación de empresas por parte de los investigadores universitarios con el objetivo de explotar los conocimientos o resultados de la investigación obtenidos en la universidad (Carayannis et ál., 1998:2). Este fenómeno recibe nombres diferentes en la literatura, como: *start-up*, *spin-out* o *spin-off* universitarias. En este trabajo se utilizará el término *spin-off*.

4.1. CONCEPTO DE *SPIN-OFF* UNIVERSITARIA

Para clarificar el concepto de *spin-off* universitaria¹³ vamos a partir del concepto de *spin-off* general, que se suele definir como una empresa que cumple los tres requisitos siguientes (Pirnay et ál., 2003:356):

- Tiene su origen en una organización existente que se denomina, en la literatura anglosajona, *parent organization*, es decir, organización matriz u organización de origen.
- Involucra a uno o varios individuos de la organización de origen, con independencia de cuál sea su estatus o función.
- Estos individuos abandonan la organización de origen para crear una organización nueva, la empresa *spin-off*.

Siguiendo estos criterios, una *spin-off* universitaria se puede definir como una nueva empresa creada por personal de la universidad para explotar comercialmente algún conocimiento, tecnología o resultado de investigación desarrollado en la universidad (Pirnay et ál., 2003:356). De modo similar, Djokovic y Souitaris señalan que las *spin-offs* universitarias son empresas que surgen de las universidades y que tienen por objetivo la comercialización de la propiedad intelectual, así como la transferencia de tecnología desarrollada en las instituciones académicas (Djokovic y Souitaris, 2007:1). Éstas son sólo dos definiciones válidas de *spin-off* universitaria, ya que en la literatura existente sobre el tema se pueden encontrar otras muchas. Djokovic y Souitaris (2007) clasifican las definiciones que se han realizado en torno a tres elementos de las mismas. El primero es el resultado del proceso de *spin-off* universitario; en todas las definiciones analizadas, el resultado es la creación de una empresa. El segundo elemento son las partes implicadas, que según Roberts y Malonet (1996) son cuatro:

- La organización de origen, de la que se obtiene la tecnología que se transfiere. En el caso de la *spin-off* universitaria, la organización de origen es la universidad u otro centro de investigación.
- El agente creador de la tecnología, que es la persona que desarrolla la tecnología de modo que ésta pasa de ser un resultado de investigación básica a un elemento susceptible de comercialización.

¹³ El término *spin-off* también se utiliza para identificar el proceso de transferencia de una tecnología que surge en la universidad y da lugar a la creación de una empresa.

- El empresario, que tiene por objetivo crear una empresa nueva centrada en la explotación de la tecnología.
- El inversor, que proporciona la financiación para la nueva empresa.

El tercer elemento clave del concepto de *spin-off* universitaria son los elementos que se transfieren, que pueden ser la tecnología y/o las personas. Aunque todas las definiciones de *spin-off* universitaria identifican la transferencia de la tecnología como elemento necesario, se pueden encontrar diferencias en cuanto al tipo de tecnología considerado y la necesidad o no de la transferencia de personas.

Si nos centramos en las diferencias en cuanto a la tecnología transferida, se pueden distinguir dos grupos de definiciones:

1. Aquéllas que consideran que la tecnología debe estar protegida formalmente, por ejemplo, a través de una patente. En este caso, la *spin-off* universitaria es una empresa creada para explotar un conocimiento protegido que tiene su origen en una universidad o centro de investigación (Di Gregorio y Shane, 2003; Lockett y Wright, 2005; McQueen y Wallmark, 1982).
2. Las definiciones que consideran tecnología a cualquier conocimiento producido en la universidad que no tiene por qué estar necesariamente protegido formalmente (Pirnay et ál., 2003).

En cuanto a la necesidad de la transferencia de personas en el proceso de *spin-off* se pueden diferenciar dos grupos de definiciones:

1. Las que consideran que la transferencia de personas es una condición necesaria para una *spin-off* universitaria. Smilor et ál. (1990) señalan que una *spin-off* universitaria es una empresa nueva formada por individuos que antes eran empleados de la organización de origen y que ya no lo son, y que se basa en una tecnología central transferida desde dicha organización.
2. Las que consideran que la transferencia de personas no es una condición necesaria para una *spin-off* universitaria. Estas definiciones contemplan la posibilidad de que el inventor de la tecnología no sea quien la comercialice, labor que llevará a cabo otra persona, que se ha denominado *surrogate-entrepreneur* (Radosevich, 1995). Otras definiciones, como la de Djokovic y Souitaris, señalan que en el grupo de los miembros fundadores de la *spin-off* universitaria el inventor puede estar incluido o no (Djokovic y Souitaris,

2007:3). Van Dierdonck y Debackere (1988) utilizan los términos *extrapreneurial spin-offs* e *intrapreneurial spin-offs* para caracterizar respectivamente los casos en los que el inventor deja la universidad y los que se queda. Otra clasificación es la de Nicolau y Birley (2003a), que diferencian entre *spin-offs* tecnológicas, ortodoxas e híbridas. La primera categoría incluye a las *spin-offs* en las que únicamente se transfiere la tecnología; las ortodoxas implican, además, la transferencia del empresario, que abandona la universidad; en las *spin-offs* híbridas el empresario mantiene su puesto en la universidad y lo compatibiliza con su actividad en la *spin-off* (Nicolau y Birley, 2003a:340).

En base a estas definiciones, en este trabajo consideramos que la *spin-off* universitaria es una empresa creada por personal de la universidad y que recibe de ésta transferencia de tecnología, no necesariamente formalizada. De acuerdo con esta definición, la tecnología que se transfiere no tiene por qué estar protegida formalmente; se considera así porque muchas de las empresas que se crean en las universidades no explotan una patente, sino una serie conocimientos y habilidades adquiridos por el emprendedor durante su experiencia en la universidad. Por otro lado, según esta definición, aunque la implicación del personal universitario en la nueva empresa se considera un requisito necesario, no lo es que abandone completamente la universidad.

4.2. PROCESO DE EVOLUCIÓN Y FORMACIÓN DE SPIN-OFFS

Entre los trabajos dedicados al análisis de la evolución y la formación de las *spin-offs* universitarias se pueden destacar las aportaciones de Carayannis et ál. (1998), Nlemvo Ndonzuau et ál. (2002), Roberts y Malonet (1996), Vohora et ál. (2004) y Clarysse et ál. (2005). Nlemvo Ndonzuau et ál. (2002) realizan un estudio de quince universidades que han implantado con éxito programas de fomento de la creación de *spin-offs*. A partir de los resultados obtenidos, diferencian cuatro fases en la formación de las *spin-offs* universitarias (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:283-287):

- Generación de la idea de negocio a partir de la investigación: en esta etapa los emprendedores desarrollan las ideas, sugerencias o propuestas para una posible comercialización de los resultados de la investigación.
- Elaboración de un proyecto de empresa a partir de la idea concebida anteriormente. En esta etapa la idea de negocio esbozada en la etapa anterior toma forma en un proyecto viable de creación de empresa. La etapa finaliza cuando el proyecto está terminado.

- Lanzamiento de la *spin-off* a partir del proyecto: esta etapa consiste en la creación de una empresa nueva, la *spin-off* universitaria, para explotar la idea empresarial que se generó en la primera etapa.
- Fortalecer la creación de valor económico: la creación de la empresa se traduce en creación de valor en el territorio, tanto en ventajas tangibles como intangibles.

Por su parte, Vohora et ál. (2004) plantean un modelo explicativo de la evolución de las *spin-offs* en el que la empresa debe superar una situación crítica (*critical juncture*) para pasar a una fase superior de desarrollo. Una situación crítica se define como un problema complejo que se produce en un punto de la trayectoria de expansión de la *spin-off* universitaria, permitiendo su transición de una fase de desarrollo a la siguiente (Vohora et ál., 2004:159). En la superación de cada situación crítica se resuelven conflictos inherentes al proceso de desarrollo de la empresa, de modo que la empresa que surge difiere de la que existía en la etapa anterior tanto en recursos como en capacidades (Vohora et ál., 2004:150). Vohora et ál. identifican cuatro fases de desarrollo:

- Fase de investigación: en esta etapa se desarrolla la investigación, cuyos resultados son protegidos por la propiedad intelectual, generando la oportunidad de comercialización
- Fase de estructuración de la oportunidad (*Opportunity Framming Phase*): se forma la idea de negocio, de modo que una oportunidad cuyo valor tecnológico ha sido demostrado, se transforma en una idea de negocio. Para ello, el investigador-empresario y la oficina de transferencia tecnológica se encargan de identificar mercados a los que dirigir la tecnología y los medios para hacerla llegar a los posibles consumidores.
- Fase de pre-organización: los gestores de la *spin-off* se dedican a organizar y comenzar los planes estratégicos de implementación. Esto supone tomar decisiones sobre los recursos y las capacidades que se van a necesitar en el futuro. Las decisiones que se tomen en esta fase tienen una gran influencia en el futuro desarrollo de la empresa y los errores que se cometan pueden tener consecuencias sobre el éxito futuro de la empresa (Vohora et ál., 2004:156)

- Reorientación: durante esta etapa el equipo empresarial tiene que identificar, adquirir e integrar recursos, y reconfigurarlos continuamente. El objetivo de este proceso será generar beneficios en la empresa.

Como se ha señalado anteriormente, en este modelo existen cuatro situaciones críticas en la evolución de la empresa, cuya superación es necesaria para alcanzar una fase superior de desarrollo. Su grado de complejidad es creciente:

- Reconocimiento de la oportunidad: supone la transición de la fase de investigación a la de estructuración de la oportunidad empresarial. El reconocimiento de la oportunidad supone combinar una necesidad insatisfecha en el mercado con una solución que satisfaga dicha necesidad, y que el resto de personas han pasado por alto (Vohora et ál., 2004:160).
- Compromiso empresarial: esta situación supone el paso de una idea empresarial, que existe en la mente del investigador, hacia la formación de un negocio. De este modo, el inventor comienza a dar los pasos necesarios para convertirse en empresario (Vohora et ál., 2004:160).
- Umbral de credibilidad: en este momento es necesario que el empresario consiga los recursos necesarios para comenzar con la actividad. La consecución de los recursos financieros será el primer paso, ya que con ellos podrá obtener el resto de recursos. Esta situación se denomina umbral de credibilidad porque si esta no es suficiente se limita la capacidad del empresario para obtener los recursos necesarios, tanto financieros como de capital humano (Vohora et ál., 2004:163).
- Umbral de sostenibilidad: una vez que la empresa ha obtenido los recursos necesarios y ha comenzado a desarrollar su actividad se puede identificar una última situación crítica, determinada por la necesidad de obtener ingresos y beneficios de la actividad que se ha emprendido, lo que muestra la capacidad de la empresa para generar valor. La superación de esta situación crítica depende de la capacidad de la empresa para reconfigurar continuamente los recursos y capacidades disponibles con la nueva información y los nuevos recursos que aparecen (Vohora et ál., 2004:166).

Si la empresa no logra superar cada una de las diferentes situaciones críticas permanecerá estancada en una fase de desarrollo sin poder alcanzar la posterior. En el caso de que alguna de las situaciones críticas no se resuelva en un período más o menos prolongado de tiempo la dotación inicial de recursos se verá empobrecida, de

modo que puede provocar el fracaso de la empresa. Por otro lado, las deficiencias en la superación de una etapa tendrán consecuencias en las posteriores. Por ejemplo, si la empresa no consigue la dotación de recursos óptima para el desarrollo de la actividad, verá mermada sus posibilidades de éxito en el futuro (Clarysse et ál., 2005:187; Shane y Stuart, 2002:170).

4.3. TIPOLOGÍA DE *SPIN-OFFS* UNIVERSITARIAS

Siguiendo a la tipología desarrollada por Pirnay et ál. (2003), se pueden clasificar las *spin-offs* universitarias atendiendo a tres criterios: el estatus de los individuos involucrados, la naturaleza del conocimiento transferido desde la universidad y la implicación de la universidad en el proceso.

A partir del estatus de los individuos implicados en el proceso, se pueden diferenciar dos tipos de *spin-off* universitaria:

- *Spin-offs* académicas: son las creadas por miembros de la comunidad científica universitaria, ya sean profesores, investigadores o estudiantes de doctorado. Se denominan también *Academic Entrepreneurship* (Meyer, 2006:501). Serán estudiadas con detalle en el siguiente capítulo.
- *Spin-offs* estudiantiles: son las creadas por los estudiantes de la universidad.

Según Pirnay et ál., mientras las *spin-offs* académicas se crean para explotar resultados prometedores de la investigación, las desarrolladas por estudiantes raramente se centran en actividades de investigación. Además, Pirnay et ál. consideran que la actividad de las *spin-offs* estudiantiles se suele centrar en sectores con reducidas barreras de entrada, ya que en ellos es posible entrar sin necesidad de fuertes inversiones (Pirnay et ál., 2003:358).

Atendiendo a la naturaleza del conocimiento transferido, Pirnay et ál. diferencian dos casos:

- *Spin-offs* universitarias cuya actividad principal se basa en la explotación comercial de conocimiento codificado con propósitos industriales, que denominan *product-oriented spin-offs*.
- *Spin-offs* universitarias dedicadas a la explotación comercial de conocimiento tácito, con el propósito de proporcionar asesoramiento de expertos; en este caso, se denominan *service-oriented spin-offs*.

Al analizar la naturaleza del conocimiento transferido, diferentes autores han señalado la importancia del tiempo que transcurre entre el abandono de la *parent*

organization por parte del investigador y la creación de la empresa *spin-off*. Roberts (1991a y b) considera que un investigador puede crear una empresa que se considere *spin-off* universitaria años después de haber dejado la universidad, dado que puede aportar el conocimiento tácito obtenido en sus años académicos, incluso aún después de haber desarrollado otros trabajos fuera de la universidad. Esta posibilidad, sin embargo, no es contemplada por otros autores, que consideran que, para que la empresa pueda ser considerada *spin-off* universitaria, su creación debe coincidir con el abandono de la universidad por parte del inventor, o bien ser inmediatamente posterior (McQueen y Wallmark, 1982:306; Pirnay et ál., 2003:360).

Finalmente, si se tiene en cuenta la actitud de la universidad hacia la empresarialidad, se pueden diferenciar las *spin-offs* creadas con el apoyo de la universidad y las que no han contado con ese apoyo:

- *Pull spin-offs*: los individuos son empujados fuera de la universidad por las expectativas de beneficio que ofrece la oportunidad empresarial al comercializar el invento en el mercado.
- *Push spin-offs*: son los casos en los que la universidad tiene influencia en la salida al mundo empresarial del inventor, mediante el desarrollo de políticas de fomento de la creación de *spin-offs* como mecanismo de transferencia tecnológica.

Steffensen et ál. (2000) utilizan los términos *spontaneously occurring spin-off* y *planned spin-off* para diferenciar los casos en los que la *spin-off* es el resultado de un proceso gestionado únicamente por el emprendedor, incluso con la desaprobación de la entidad de origen, de los casos en que la creación de la empresa es el resultado de un esfuerzo planeado por parte de la universidad o centro de investigación de origen (Steffensen et ál., 2000:94).

Cuadro 2: Marco conceptual para el estudio de las empresas *spin-offs* universitarias

		<i>Estatus del individuo</i>	
		<i>Investigador</i>	<i>Estudiante</i>
<i>Naturaleza del conocimiento</i>	<i>Codificado</i>	Tipo I	Tipo III
	<i>Tácito</i>	Tipo II	Tipo IV

Fuente: Pirnay et ál. (2003:361).

Basándose en los dos primeros criterios, Pirnay et ál. desarrollan un marco conceptual para el estudio de las *spin-offs* universitarias, que se refleja en el Cuadro 2.

A partir de este cuadro, los autores determinan las características de los diferentes tipos de *spin-offs* universitarias, que se desarrollan a continuación en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Características de los tipos de empresas *spin-offs* universitarias

	TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV
<i>La oportunidad</i>				
Tipo de conocimiento	Codificado y tácito	Tácito	Codificado y tácito	Tácito
Actividades	Tecnológicas, industriales	Consultoría	Tecnológica	Provisión de servicios
Barrera de entrada	Moderada a alta	Baja a moderada	Moderada	Baja a moderada
Mercado potencial	Internacional	Local a nacional	Nacional a internacional	Local
Expectativa de crecimiento	Alta (mercado emergente)	Baja (nicho de mercado)	Moderada a alta	Baja (nicho de mercado)
Potencial exportador	Alto	Bajo	Moderado a alto	Bajo
Gasto en I+D posterior	Moderado a alto	Bajo a moderado	Moderado a alto	Bajo
<i>El empresario</i>				
Iniciador de la idea	Equipo de investigadores	Un individuo	Individuo/grupo de estudiantes	Un individuo
¿Inventor = Empresario?	A veces	Mayoría de los casos	Siempre	Siempre
Dependencia de los fundadores	Baja	Alta	Alta	Muy alta
Apertura a inversores externos	Moderada a alta	Baja a moderada	Moderada a alta	Baja
Objetivo	Crecimiento	Beneficio	Crecim./Beneficio	Beneficio
<i>Necesidades de recursos</i>				
Financieros	Alto	Bajo a moderado	Moderado a alto	Bajo a moderado
Materiales	Moderado a alto	Bajo	Moderado	Bajo
Intangibles	Alto	Bajo a moderado	Moderado a alto	Bajo a moderado

Fuente: Pirnay et ál. (2003:363).

Según Pirnay et ál., estas características no han sido demostradas mediante un análisis empírico pero resultan útiles para identificar los diferentes tipos de *spin-offs* existentes y diseñar la política más adecuada para el fomento de cada tipo de empresa.

En este trabajo nos centraremos en el análisis de las *spin-off* académicas, es decir, aquéllas que son creadas por los investigadores de la universidad. El siguiente capítulo se dedica a su análisis.

CAPÍTULO 5:
LAS *SPIN-OFFS* ACADÉMICAS

CAPÍTULO 5: LAS SPIN-OFFS ACADÉMICAS

1. INTRODUCCIÓN

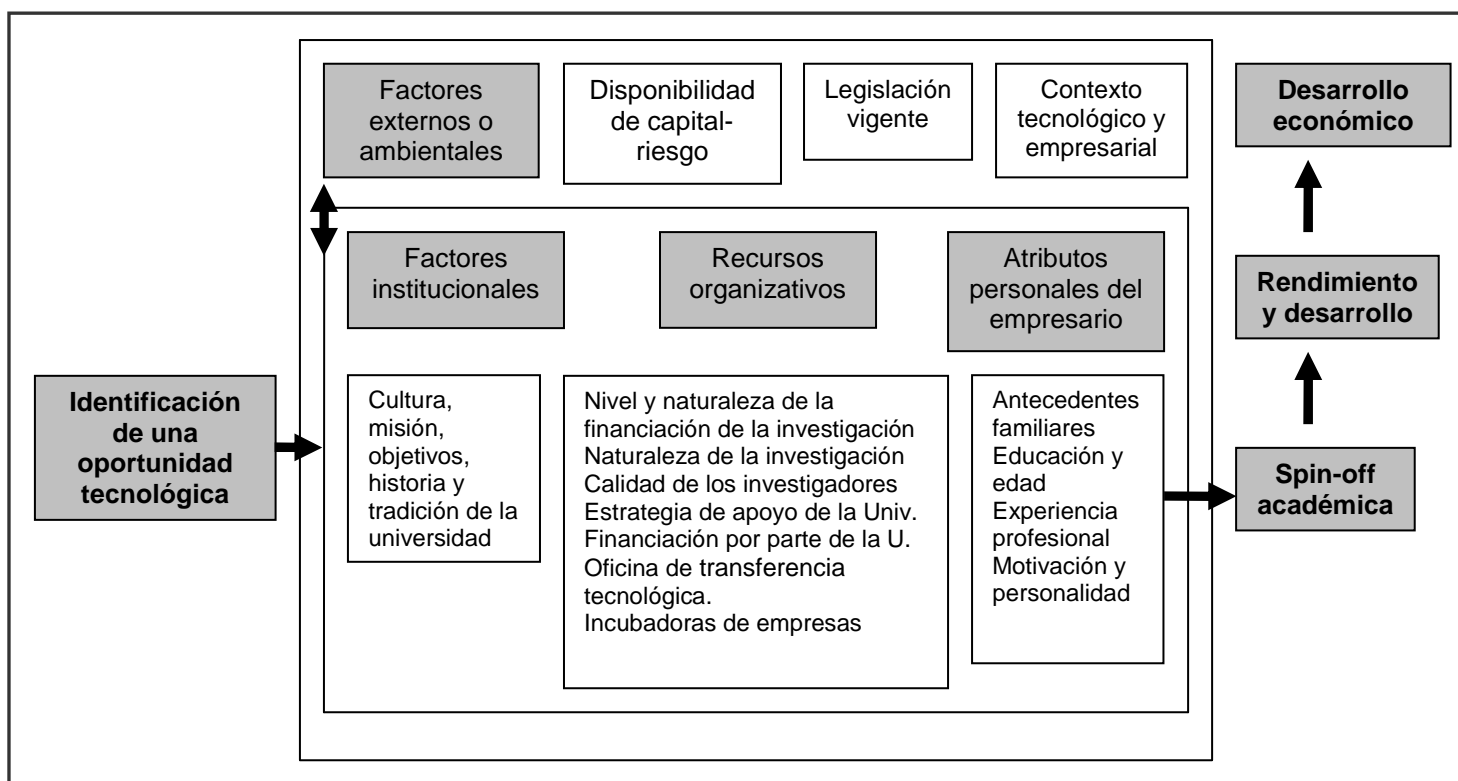
Dado que las *spin-offs* académicas constituyen un tema central de este trabajo, se les prestará una atención especial en este capítulo. El fenómeno de las *spin-offs* académicas, también denominado *Academic Entrepreneurship* en la literatura económica, se puede definir como la creación de una empresa por parte de un investigador universitario con el objetivo de explotar comercialmente una tecnología o conocimiento obtenido mediante la labor de investigación que dicho investigador realizó en la universidad. Se considera *spin-off* a la empresa creada por el académico con independencia de que abandone o no la universidad (Nicolau y Birley, 2003a:334; O'Shea et ál., 2007b:2; Pirnay et ál., 2003:359). Por tanto, la creación de una *spin-off* académica supone, por un lado, la transferencia de una tecnología desde una institución académica (universidad o centro de investigación) hacia una nueva empresa. Por otro lado, el equipo fundador de la nueva empresa puede incluir al investigador, quien puede continuar su relación con la institución académica o abandonarla para dedicarse por completo a la nueva empresa (Nicolau y Birley, 2003a:334; O'Shea et ál., 2007b:2). El estudio de las *spin-offs* académicas se justifica porque cada vez son más utilizadas para transferir tecnología de la universidad en lugar de las licencias de patente, que han sido el mecanismo más utilizado tradicionalmente (Siegel et ál., 2007:489). Además, las *spin-offs* académicas generan empleo para trabajadores universitarios altamente formados y provocan importantes efectos positivos para el territorio en el que se asientan, por lo que su creación es fomentada por las autoridades políticas y universitarias (Shane, 2004a; Rothaermel y Thursby, 2005; O'Shea et ál., 2007a). Estos efectos dependerán, entre otros factores, del contenido tecnológico que incorpora la actividad de la nueva empresa. Así, existen *spin-offs* que desarrollan productos o servicios muy innovadores, mientras que otras – en regiones como Andalucía, la mayoría– incorporan un menor contenido tecnológico.

El estudio de las *spin-off* académicas se va a desarrollar en tres partes. En la primera se analizan los factores que explican su formación. La segunda se dedica al análisis de las etapas que se pueden diferenciar en su desarrollo y se identifican, entre los factores anteriormente identificados, aquéllos que ejercen influencia en cada etapa. Finalmente, la tercera parte se dedica al análisis de los efectos económicos que la creación de *spin-offs* provoca en el territorio.

2. FACTORES EXPLICATIVOS DE LA FORMACIÓN DE SPIN-OFFS ACADÉMICAS

Uno de los aspectos que ha sido tratado en el estudio de los *spin-offs* académicos es el análisis y clasificación de los factores que influyen sobre su generación (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002; Vohora et ál., 2004; Lockett et ál., 2005; O'Shea et ál., 2007; Rothaermel et ál., 2007). En general, se acepta que existe un gran número de factores explicativos de los *spin-offs*, por lo que contar un marco teórico para identificar las diferentes categorías de factores y clarificar la influencia de cada uno de ellos sobre la generación de *spin-offs* puede ser de gran ayuda. En este trabajo se ha seguido el marco teórico que introducen O'Shea et ál. (2007b), representado en el Gráfico 8. Como se puede observar en él, se consideran cuatro categorías de factores explicativos de las *spin-offs*.

Gráfico 8: Factores explicativos de la generación de *spin-offs* académicas



Fuente: Elaboración propia a partir de O'Shea et ál. (2007b:3).

Antes de desarrollar los factores explicativos de la generación de *spin-offs* hay que subrayar que la identificación de una oportunidad tecnológica es un requisito previo para la formación de la *spin-off* académica. Sin ella, no tiene sentido la creación de la empresa (Roberts, 1991:51). En el modelo de O'Shea et ál., una vez que se ha identificado la oportunidad tecnológica entran en juego los factores explicativos de la

creación de las *spin-offs*. Como puede verse en el Gráfico 8, éstos se integran en cuatro grandes agrupaciones. En una se encuentran los atributos y la personalidad del empresario. Las características organizativas de la universidad constituyen un segundo grupo de factores, mientras que el tercero son las estructuras y políticas de la universidad que facilitan la comercialización, es decir, los factores institucionales. El cuarto grupo está formado por los factores externos o ambientales (O'Shea et ál., 2007b:3). A continuación se analiza cada una de estas agrupaciones.

2.1. ATRIBUTOS PERSONALES DEL EMPRESARIO

Los atributos personales del empresario-investigador que promueve la *spin-off* influyen notablemente sobre la decisión de crear una empresa (Wright et ál., 2007:800, Guzmán y Santos, 1999)). Estos estudios se centran tanto en los factores motivacionales como en los rasgos de la personalidad que pueden suponer un impulso hacia la actividad empresarial. En la literatura sobre emergencia empresarial se han destacado diferentes rasgos de la personalidad que suelen estar presentes entre los empresarios:

- Motivación de logro: Se entiende como la necesidad, por parte del individuo, de desarrollar de forma correcta sus tareas con el fin de alcanzar un sentimiento de logro personal (McClelland, 1967).
- Control interno: Se define como la percepción del individuo de que su propio comportamiento es el determinante de sus logros; el el caso contrario, cuando un individuo considera que sus metas están determinadas por factores que escapan a su control, se considera que predomina el control externo. El control interno se asocia con características personales de los empresarios como la constancia en el trabajo, la seriedad y el éxito en los negocios (Guzmán y Cáceres, 2001:153).
- Autoeficacia: Se define como la confianza del individuo en su capacidad para lograr las metas que se propone. Se relaciona con la motivación, la tolerancia a la adversidad y el nivel de riesgo percibido (Bandura, 1982).
- Propensión a innovar: Según Schumpeter, ésta es la característica básica del empresario (Schumpeter, 1939:65).
- Tolerancia a la ambigüedad: Se entiende como la capacidad para trabajar en entornos de incertidumbre, como son los aquellos en los que se desarrollan los negocios (Gibb, 1994).

- Iniciativa: Se define como la propensión a la acción, en este caso, a la creación de una empresa (Guzmán y Cáceres, 2001:153).
- Perspicacia: Según Kirzner, es la característica fundamental del empresario, que le permite identificar oportunidades de negocio (Kirzner, 1998:80).
- Independencia o autonomía: Se entiende como el rechazo por parte del empresario a desarrollar su actividad en organizaciones jerárquicas y sujeto a una autoridad (Collins y Moore, 1964).
- Otras habilidades personales: Guzmán y Cáceres destacan entre otras la capacidad para aprender, para relacionarse con los demás, para dirigir, la comunicación persuasiva, el pensamiento crítico, la capacidad de negociación, de captar información y de resolver problemas (Guzmán y Cáceres, 2001:154).

Las características personales del empresario también han sido analizadas en la literatura sobre los determinantes de la generación de *spin-offs* académicas. De acuerdo con O'Shea et ál., se puede señalar que los estudios de esta rama de investigación comparten la idea de que la creación de *spin-offs* es un reflejo de las acciones individuales, por lo que se debe, en gran medida, a características personales del investigador (o investigadores), tales como la personalidad, habilidades, trayectoria profesional y disposición a implicarse en actividades empresariales (O'Shea et ál., 2007b:4). Otros autores, como Roberts (1991b), señalan que las habilidades y actitudes del emprendedor son importantes para permitir que asimile y comprenda la nueva tecnología, paso previo para que se decida a crear una nueva empresa (Roberts, 1991b:285). Más allá de esas observaciones, Ensley y Hmieleski (2005) señalan que existen diferencias entre las características de los equipos fundadores de *spin-offs* universitarias y los fundadores de *spin-offs* industriales (Ensley y Hmieleski, 2005:1102), lo cual acrecienta nuestro interés por conocer las características de los primeros.

Una interesante contribución sobre los atributos personales en la creación de *spin-offs* académicas es la de Roberts (1991a), que fue realizada con empresas creadas a partir del MIT¹⁴. Roberts identifica cuatro categorías de atributos personales

¹⁴ Roberts (1991b) estudia 125 *spin-offs* académicas fundadas por investigadores del MIT y las compara con 62 *spin-offs* industriales para detectar si existen diferencias en los factores que explican la formación de ambos tipos de empresas (Roberts, 1991b; p.285).

del empresario o del grupo fundador que han sido muy influyentes en la creación de las empresas (Roberts, 1991a:52): 1) los antecedentes familiares; 2) la educación, el sexo y la edad; 3) la experiencia profesional; y 4) los objetivos y motivaciones.

En general, ya sea para la creación de *spin-offs* o de otro tipo de empresa, el análisis empírico muestra que los antecedentes familiares constituyen un factor significativo. Como señala Roberts, la existencia de familiares empresarios es un factor que puede ejercer una notable influencia sobre la decisión de crear una empresa tecnológica (Roberts, 1991a:53).

La educación, el sexo y la edad constituyen, de acuerdo con distintos trabajos empíricos, factores explicativos de la creación de *spin-offs* (Roberts, 1991b; Murray y Graham, 2007; Ortín et ál., 2007). El análisis de la educación se ha centrado principalmente en la influencia del doctorado sobre la decisión de crear la empresa. En este sentido, Roberts (1991b:296) señala que aunque el nivel educativo se encuentra correlacionado positivamente con la decisión de crear una *spin-off*, el doctorado genera efectos negativos, debido a que los doctores perciben un mayor salario en la universidad, lo que supone un mayor coste de oportunidad para crear la empresa. En cambio, Ortín et ál. (2007:8)¹⁵ analizan los determinantes del surgimiento de *spin-offs* universitarias en España y destacan, entre otros resultados, que un importante porcentaje de las mismas han sido creadas por doctores. A partir de este resultado los autores consideran que el coste de oportunidad de abandonar la universidad **aun** siendo doctor no es tan importante como para desincentivar la creación de empresas, puesto que éstas presentan otras ventajas que compensan la pérdida de rentas que se deriva del abandono (total o parcial) de la universidad. En cuanto al sexo, Murray y Graham (2007) encuentran diferencias entre las *spin-offs* creadas por hombres y por mujeres. En su opinión, las funciones que tradicionalmente se han adjudicado a las mujeres, como el cuidado de los hijos, suponen un obstáculo para que las investigadoras se impliquen en la comercialización de los resultados de su investigación. Sin embargo, consideran que la influencia de estos roles tradicionales es cada vez más débil (Murray y Graham, 2007:682). Por otro lado, la influencia de la edad sobre la decisión de crear una *spin-off* universitaria ha sido analizada por Roberts (1991b:296), quien señala que la edad tiene un efecto levemente negativo sobre la decisión de crear una *spin-off*, debido a que los investigadores más mayores

¹⁵ Ortín et ál. (2007) se basan en las respuestas de 93 empresas, 70 de ellas *spin-offs* universitarias, para elaborar conclusiones sobre las características de este tipo de empresas en España (Ortín et ál., 2007:16).

se encuentran mejor situados en la universidad y cobran sueldos mayores, por lo que el coste de oportunidad de crear la empresa es alto para ellos. Según Roberts (1991a:65), la edad media de los empresarios es de 37 años, lo cual concuerda con los resultados de Ortín et ál. (2007:8), que indican que los empresarios de las *spin-offs* universitarias españolas suelen tener entre 30 y 40 años.

En relación a la experiencia profesional como tercer atributo personal explicativo de la generación de *spin-offs*, se han considerado distintos aspectos como las habilidades adquiridas, si la experiencia profesional se ha obtenido en la universidad o en la empresa privada, la decisión del empresario de continuar trabajando en la universidad o abandonarla al crear la empresa y la importancia del investigador en la comunidad científica. Aunque se acepta que la experiencia profesional tiene en general efectos positivos sobre la decisión de crear una *spin-off* universitaria (Roberts, 1991a:69), algunas habilidades parecen más importantes que otras. Ortín et ál. (2007) destacan especialmente la experiencia en la gestión de tecnología, ya se haya obtenido en la universidad o en el trabajo previo en una empresa privada (Ortín et ál., 2007:9). La experiencia profesional previa en empresas privadas se considera positiva, ya que permite a los investigadores adquirir habilidades de negocio o de gestión, que se consideran importantes para el desarrollo de la *spin-off* universitaria y de las que los investigadores suelen carecer (Clarysse y Moray, 2004:55). Sin embargo, Clarysse y Moray señalan que si el equipo fundador de la *spin-off* no posee dichas capacidades, puede contratar a alguien que las posea, subsanando así estas carencias (Clarysse y Moray, 2004:57). Por otro lado, no se considera positivo que los investigadores abandonen la universidad para obtener experiencia en la gestión de empresas privadas y luego crear su propia empresa, ya que el lapso de tiempo que pasa desde que el investigador abandona la universidad tiene un efecto disipativo sobre la decisión de crear la empresa (Roberts, 1991b:296), es decir, el paso por otras empresas podría llegar a influenciar negativamente sobre la generación de *spin-offs*.

Otro aspecto importante de la trayectoria profesional es la decisión del empresario de continuar ligado a la universidad o abandonarla por completo una vez creada la *spin-off* universitaria. Por un lado, se puede considerar que continuar trabajando en la universidad dificulta que el empresario preste la necesaria atención a la nueva empresa. Sin embargo, Johansson et ál y Rappert et ál. señalan que continuar trabajando en la universidad permite que el empresario mantenga relaciones formales e informales con el entorno universitario que resultan beneficiosas para la empresa (Rappert et ál., 1999:889; Johansson et ál., 2005:282). Un último aspecto de

la trayectoria profesional de los investigadores es su importancia en la comunidad científica. Stuart y Ding señalan que los científicos más destacados presentan una mayor propensión a crear *spin-offs* debido, entre otros factores, a que al ser más conocidos y reputados pueden obtener con mayor facilidad los recursos necesarios para la creación de la empresa (Stuart y Ding, 2006:138).

Finalmente, señalar que los objetivos y las motivaciones de los investigadores también han sido considerados un atributo personal importante en la decisión de crear una *spin-off* universitaria. En este sentido, Roberts (1991a) señala, en sintonía con las aportaciones de McClelland (1967), el importante papel que juega la necesidad de logro y reconocimiento (Roberts, 1991a:89). En su estudio de los empresarios de Silicon Valley, Saxenian encuentra que la motivación principal de los empresarios es la innovación y la explotación de una oportunidad tecnológica, más que la mera búsqueda de ingresos, a pesar de contar con importantes ejemplos de jóvenes empresarios millonarios en la zona (Saxenian, 1994:38). Resultados similares obtienen Ortín et ál. para los empresarios españoles, cuya motivación principal para la creación de la *spin-off* no es la consecución de mayores rentas sino la consecución de otros objetivos relacionados con la carrera profesional y las necesidades de logro y reconocimiento (Ortín et ál., 2007:8).

2.2. RECURSOS ORGANIZATIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Siguiendo el esquema de O'Shea et ál. (Gráfico 1), la dotación de recursos que posee cada universidad, fruto de su historia y éxitos pasados es otro factor explicativo de la tasa de generación de *spin-offs*, que ayuda a comprender las diferentes tasas de creación de empresas entre universidades (O'Shea et ál., 2005:1006).

Entre los factores que se analizan en la literatura sobre este tema se enumeran los siguientes:

- El nivel y la naturaleza de los fondos que se utilizan para financiar la investigación.
- La naturaleza de la investigación.
- El nivel de calidad de los investigadores.
- La estrategia de apoyo a la generación de *spin-offs* de la universidad.
- La disponibilidad de oficinas de transferencia tecnológica e incubadoras de empresas.

2.2.1. Nivel y naturaleza de la financiación de la investigación

Blumenthal et ál. (1996) han analizado la procedencia de los fondos a través de los cuales se financia la investigación con el objetivo de determinar si tiene influencia sobre la generación de *spin-offs*. Para ello utilizan una encuesta a más de 3.000 investigadores de las ciencias de la salud, que les lleva a una interesante conclusión: la investigación financiada mediante recursos procedentes de la industria es más susceptible de comercialización –tanto mediante licencias de patente como a través de la generación de *spin-offs*– que la financiada mediante fondos públicos. Asimismo, Powers y McDougall (2005) analizan la influencia de varios recursos de la universidad sobre la generación de *spin-offs* mediante el estudio de 120 universidades de EEUU. Sus resultados coinciden con Blumenthal et ál., al confirmar su hipótesis relativa a que la financiación de la investigación mediante fondos procedentes de la industria es un factor positivo de la creación de *spin-offs* (Powers y McDougall, 2005:305).

Por otro lado, Lockett y Wright (2005)¹⁶ han observado que la cuantía global de gasto en I+D que desarrolla la universidad influye positivamente sobre la creación de *spin-offs*. Lockett y Wright investigan qué recursos y capacidades de la universidad son explicativos de la creación *spin-offs* universitarias, concluyendo, entre otros resultados, que el gasto en protección intelectual externa de los resultados de la investigación es un factor importante a tener en cuenta. Por tanto, en general, se observa un alto grado de consenso, apoyado por el análisis empírico, sobre una influencia positiva del gasto en I+D universitario en la creación de *spin-offs*, que depende de la participación de los fondos procedentes de la industria y del grado de protección intelectual de los resultados de la investigación

2.2.2. Naturaleza de la investigación

Ya en el tercer capítulo de este trabajo se han analizado las diferencias en los niveles de oportunidades tecnológicas entre las distintas ramas de actividad y las causas que las provocan, así como los diferentes niveles de innovación entre ramas de actividad que generan. Como entonces se señaló, el nivel de oportunidades para la creación de *spin-offs* académicas que genera la investigación en la universidad no es igual en todos los campos de investigación. El trabajo de O’Shea et ál. (2005), a partir

¹⁶ Lockett y Wright (2005) se dirigen a los directores de las OTRIs de las universidades de Reino Unido para obtener información sobre la creación de empresas *spin-offs* en dichas universidades. En total, obtienen respuesta de 48 universidades (Lockett y Wright, 2005:1049).

de un estudio de 141 universidades estadounidenses, refuerza esas observaciones al poner de manifiesto que la investigación en Ciencias e Ingeniería es la más fructífera en generación de *spin-offs*, destacando especialmente las ramas de Ciencias de la Salud, Informática y Química (O'Shea et ál., 2005:1006). Sus resultados apoyan la idea de que tanto el nivel de oportunidades como la propensión a comercializarla varían considerablemente entre los distintos campos científicos (Shane, 2004a; Siegel y Phan, 2006), y que las oportunidades tecnológicas son más abundantes en los sectores de actividad en los que la ciencia y la tecnología son más próximos, de modo que los avances científicos son más fácilmente aplicables a la industria (Fontes, 2005:346).

2.2.3. Calidad de los investigadores

Generalmente existe consenso sobre la idea de que una mayor calidad de los investigadores puede influir de forma positiva en la obtención de resultados de investigación importantes, que puedan ser comercializados mediante la creación de una empresa. Zucker et ál. (1998) analizan las empresas creadas en el sector de la biotecnología en EEUU –no sólo empresas *spin-off*– y destacan la importancia de “científicos estrella”, es decir, los más conocidos en su ámbito de estudio, de sus colaboradores y de la relación con universidades de prestigio. En su opinión, los científicos estrella crean las empresas *spin-off* con el objetivo de obtener rentas de su capital intelectual (Zucker et ál., 1998:302). Di Gregorio y Shane (2003) comparten esta idea. Desarrollan una investigación que concluye que existe una relación positiva entre la generación de *spin-offs* y el prestigio de las universidades, lo cual les lleva a considerar que explotar tecnologías cuyo resultado comercial es incierto es más fácil cuando el prestigio de la universidad de origen respalda la credibilidad del empresario (Di Gregorio y Shane, 2003:226). Otras investigaciones que llegan a resultados similares son las de Powers y McDougall (2005:306) y O'Shea et ál. (2005:1006). No obstante, hay que señalar que prestigio no es necesariamente sinónimo de calidad.

2.2.4. Estrategia de apoyo a la generación de spin-offs de la universidad

Este es un aspecto que ha sido tratado entre otros investigadores por Meyer, (2003), Link y Scott (2005) y Lockett y Wright (2005). Los análisis sugieren que las *spin-off* académicas pueden disponer, en muchos casos, de instrumentos de apoyo a su creación y desarrollo con los que no cuentan las pequeñas y medianas empresas surgen fuera de la universidad (De Coster y Butler, 2005:541). La estrategia de apoyo a la generación de *spin-offs* académicas se encuentra relacionada con la cultura y los objetivos generales de la universidad, que serán analizados más adelante, al tratar los

condicionantes institucionales de la formación de *spin-offs*. Las universidades con cultura comercial, que se ajustan al modelo de la Triple Hélice analizado anteriormente, diseñan estrategias que apoyan en mayor medida la generación de *spin-offs*, ya que éste será uno de sus objetivos. En cambio, las universidades que no contemplan la comercialización de la tecnología entre sus objetivos básicos no suelen desarrollar estrategias de apoyo, o bien éstas son residuales.

Clarysse et ál. (2005) clasifican las estrategias de apoyo a la creación de *spin-offs* en base a tres modelos. El primero de ellos es el modelo de selección baja (*low selective model*), cuyos referentes son la Universidad de Twente, en Países Bajos, y Crealys, en Francia. Dado que el objetivo principal de las universidades que desarrollan este modelo es generar el mayor número de *spin-offs* universitarias posible, tanto por parte de los alumnos como de los investigadores, su rentabilidad es un objetivo secundario. Según Clarysse et ál. (2005:205) los resultados en este modelo son buenos en cuanto a número de empresas creadas y la generación de empleo, pero en muchos casos las *spin-offs* no se orientan hacia el crecimiento, sino únicamente a la supervivencia. El segundo modelo es el de apoyo (*supportive model*), representado por la Universidad Católica de Lovaina. En este modelo, la generación de *spin-offs* se considera como una forma de comercializar los resultados de la investigación alternativa a la licencia de patentes. Las empresas creadas deben cumplir unos criterios mínimos de beneficios esperados, siendo generalmente menos que en el modelo anterior. En cambio, los recursos que la universidad ofrece para apoyar a los equipos promotores son mayores. Además, lleva a cabo un proceso de seguimiento antes y después de la creación de la empresa (Clarysse et ál., 2005:205). El tercer modelo es el de incubadora (*incubator model*), representado por IMEC (InterUniversity Institute for Microelectronics, en Lovaina), TTP (The Technology Partnership, en Carmbridge, Reino Unido) y Scientific Generis (también en Cambridge). En este modelo, el objetivo es buscar oportunidades derivadas de la investigación científica para las que la *spin-off* sea la forma más beneficiosa de explotación comercial frente a otras formas tradicionales de comercialización, como la licencia de patentes. En este caso, se produce una búsqueda activa de oportunidades tecnológicas en las primeras etapas de la investigación y se selecciona entre licencia y *spin-off* la mejor forma de explotación comercial para cada una de ellas. Los criterios de selección en este modelo son más exigentes que en los anteriores y, en consecuencia, el número de *spin-offs* creadas es menor, pero son empresas altamente orientadas hacia el mercado y el crecimiento (Clarysse et ál., 2005:206).

Otro trabajo dedicado al análisis de las estrategias de apoyo al fomento de la *spin-off* es el de Davenport et ál. (2002), que centra su análisis en centros de investigación¹⁷. Davenport et ál. diferencian tres tipos de estrategias. En primer lugar, las “*spin-offs* como excepción”, que surgen de modo informal, sin apoyo y, en algunos casos, incluso de forma no intencionada por parte de la universidad. La segunda estrategia es la de las “*spin-offs* como ocasión”, que se caracteriza porque las empresas se crean porque no hay otra posibilidad de comercialización de la tecnología. Éstas no se benefician de una política formal de apoyo sino que reciben una asistencia diseñada ad hoc. La tercera estrategia es la de “*spin-offs* como estrategia”, en la que la creación de empresas es un objetivo y existe una política formal de fomento de las mismas (Davenport et ál., 2002:250).

Por otro lado, Degroof y Roberts (2004)¹⁸, mediante un estudio de varios casos, identifican cuatro arquetipos en las políticas de fomento de las *spin-offs* llevadas a cabo por distintas instituciones académicas. El primer arquetipo es el de la ausencia de una política de fomento de las *spin-offs*, la creación de este tipo de empresas es una decisión propia de los investigadores, que detectan una oportunidad para ello. El segundo arquetipo es la política caracterizada por un apoyo y selección minimalistas, que fomenta la creación de empresas sin apenas seleccionar los proyectos y ofrecerles grandes apoyos. El tercer arquetipo es la política de apoyo y selección intermedios, en el que la selección de los proyectos es creciente y son mayores también los recursos dedicados a apoyar la *spin-off*; finalmente. El cuarto se caracteriza por una política altamente selectiva y que ofrece un fuerte apoyo a la *spin-off*.

Como se puede observar, las tres clasificaciones anteriores reflejan modelos similares de políticas. Tras el diseño de estas políticas se puede identificar una selección entre mayores niveles de apoyo y selección y disponibilidad de recursos. De acuerdo con Clarysse et ál., se puede afirmar que alguno de los modelos sea mejor que otro. Por el contrario, cada uno se ajusta a un contexto determinado y es el

¹⁷ Davenport et ál. (2002) desarrollan un estudio de caso de IRL, uno de los organismos promotores de la creación de empresas *spin-offs* en Nueva Zelanda, con el objetivo de conocer los diferentes factores que influyen en la generación de este tipo de empresas y las posibles estrategias para fomentarlas.

¹⁸ Degroof y Roberts (2004) desarrollan un estudio de caso múltiple a partir de 20 entrevistas con los representantes de las ocho instituciones de las que han surgido todas las *spin-offs* universitarias en Bélgica.

adecuado según los objetivos marcados y el tipo de *spin-off* que se quiera fomentar (Clarysse et ál., 2005:212).

2.2.5. Oficinas de transferencia tecnológica

Las oficinas de transferencia tecnológica (TTO en inglés) son agentes creados por la universidad para ejercer como intermediarios entre los investigadores de la universidad y la industria. Su existencia y actividad constituye un factor determinante en la generación de *spin-offs* académicos, según han puesto de manifiesto diferentes autores (Locket y Wright, 2005:1045; O'Shea et ál. 2005:1006; O'Gorman et ál., 2008:32; Markman et ál., 2008:34). Las oficinas de transferencia tecnológica de las universidades tienen su origen en algunas universidades de EEUU a finales de los años 70 y en los años 80, donde se extendieron a raíz del establecimiento de la Bayh-Dole Act (Siegel et ál., 2001:112).

No todas las funciones que llevan a cabo las oficinas de transferencia tecnológica se relacionan directamente con la generación de *spin-offs*. Por el contrario, como se ha indicado anteriormente, algunas de las actividades que realizan se dirigen al fomento, por distintas vías, de la difusión de los resultados de la investigación que se lleva a cabo en la universidad (Siegel et ál., 2003:28), a la gestión del valor de la propiedad intelectual (Meseri y Maital, 2001:116) y a ayudar a los investigadores a difundir los resultados de su investigación (Carlsson y Fridh, 2002:200; Jain y George, 2007:562). Entre las funciones directamente relacionadas con la generación de *spin-offs* que llevan a cabo las oficinas de transferencia tecnológica, Roberts y Malonet (1996) destacan las siguientes:

1. Toma de decisiones durante el proceso de evaluación de las posibilidades comerciales del invento.
2. Planificar la protección intelectual del invento.
3. Relacionar a los empresarios con empresas de capital-riesgo.
4. Participar en los organismos gestores de la empresa.

Entre los aspectos más importantes que han sido tratados en la literatura sobre el tema se encuentran los tipos de oficinas de transferencia tecnológica y la efectividad de su actividad como mecanismos de transferencia (Parker y Zilberman, 1993; Colyvas et ál., 2002; Jain y George, 2007). Otros han analizado la influencia de las oficinas de transferencia sobre la generación de *spin-offs*. En este sentido, Markman et

ál. (2005)¹⁹ identifican tres modelos de oficina de transferencia tecnológica. El primero se relaciona con la estructura de la universidad tradicional, en la que la oficina de transferencia de tecnología suele estar acompañada del establecimiento de incubadoras de empresas. En el segundo caso la oficina de transferencia es una fundación para la investigación sin ánimo de lucro. En el tercero, la oficina de transferencia es una extensión de la universidad que tiene por objetivo la consecución de beneficios económicos y el fomento de la creación de empresas a partir de las innovaciones logradas en la universidad (Markman et ál., 2005:241).

No existe consenso sobre la efectividad de la oficina de transferencia en la generación de *spin-offs*. Aunque su influencia se considera generalmente positiva (O'Shea et ál., 2007b:5), algunos autores la relacionan con la antigüedad, de modo que su eficacia es mayor conforme aumenta su experiencia (Powers y McDougall, 2005:305). Otros trabajos han detectado la insatisfacción de los empresarios con el asesoramiento recibido (Siegel et ál., 2003:44). En cualquier caso, la actividad de la oficina de transferencia de tecnología es sólo un elemento dentro la estrategia de apoyo a la promoción de *spin-offs* académicas, cuyo resultado dependerá de numerosos factores, entre ellos el contexto social e institucional que rodea a la universidad (Jain y George, 2007:562). Así, por ejemplo, Debackere (2000) señala que la oficina de transferencia tecnológica de la universidad de Lovaina, cuyos resultados en generación de *spin-offs* son muy positivos, se encuentra en un contexto emprendedor en el que se dan tanto las estructuras como los procesos que facilitan la creación de empresas (Debackere, 2000:327).

2.2.6. Incubadoras de empresas

Las incubadoras de empresas son centros en los que se pueden situar las *spin-offs* durante sus primeros años de actividad. Este instrumento es utilizado frecuentemente para fomentar la creación de empresas aunque no sólo por parte de las universidades. Otras instituciones como gobiernos o ayuntamientos también desarrollan centros de incubación para promocionar la creación de empresas y fomentar su desarrollo. Existen distintas definiciones de incubadoras en la literatura sobre el tema. De entre ellas, Bergek y Norrman (2008:21) destacan cuatro elementos clave:

¹⁹ Markman et ál. (2005) entrevistan a los directores de 128 oficinas de transferencia de tecnología estadounidenses para clasificar la estrategia que éstas siguen en el desarrollo de su actividad.

- Las empresas que se localizan en la incubadora comparten el espacio de trabajo, que les es alquilado en unas condiciones más o menos favorables.
- En las incubadoras se ofrece a las empresas unos servicios de apoyo con el objetivo de reducir sus costes.
- En las incubadoras se ofrece a las empresas ayuda y consejo sobre gestión de empresas.
- Fomento de la creación de redes, tanto internas como externas.

En su análisis, Bergek y Norrman (2008)²⁰ identifican tres variables clave cuyo diseño condiciona la estrategia final de incubación. La primera variable es la selección, distinguiendo dos líneas de estrategias:

- “Seleccionar a los ganadores” (*picking-the-winners*): las incubadoras seleccionan y trabajan únicamente con aquellos proyectos que se imaginan exitosos.
- La “ley del más fuerte” (*survival-of-the-fittest*): las incubadoras no llevan a cabo una selección tan estricta, sino que dejan que sea el mercado el que se encargue de diferenciar los proyectos exitosos de los fracasados (Bergek y Norrman, 2008:23).

Bergek y Norrman (2008:24) también consideran que la estrategia de selección puede dirigirse hacia la idea o hacia el empresario. A partir de los diferentes enfoques y líneas estratégicas, identifican cuatro estrategias de selección en las incubadoras: supervivencia de la idea más fuerte, supervivencia del empresario más fuerte, selección de la idea ganadora y selección del empresario ganador.

La segunda variable que define la estrategia de la incubadora, según Bergek y Norrman es el apoyo al negocio, que puede variar en un rango que va desde la fuerte intervención hasta el “laissez faire”. La mediación es la tercera variable clave, dado que se considera que la incubadora es un intermediario entre las empresas y el sistema de innovación. La estrategia de incubación puede estar orientada hacia el sistema nacional/regional de innovación, el sistema tecnológico o el cluster (Bergek y Norrman, 2008:26). A partir de estas variables, se pueden identificar distintas estrategias de incubación, que varían en cuanto al grado de selección del proyecto

²⁰ Para identificar las estrategias de las incubadoras, Bergek y Norrman (2008) utilizan las solicitudes de 16 incubadoras suecas al programa de financiación público VINNKUBATOR.

empresarial y el apoyo prestado a la nueva empresa creada. Esta clasificación se puede relacionar con la establecida por Clarysse et ál. (2005) que ha sido desarrollada anteriormente.

La actividad de la incubadora se ha considerado un factor determinante en la formación de *spin-offs* académicas (Rogers et ál., 2001; 259; Clarysse et ál., 2005:184; Rothaermel y Thursby, 2005), especialmente en la etapa de lanzamiento de la empresa (Steffensen et ál., 2000:106). Para que la eficacia de la incubadora en la promoción de las *spin-offs* académicas sea máxima, Rothaermel y Thursby, (2005) destacan la importancia de que existan fuertes relaciones con la universidad y los investigadores de la misma (Rothaermel y Thursby, 2005:1086). Sin embargo, se puede señalar que no existe acuerdo sobre este aspecto, ya que otras investigaciones, como la que llevan a cabo Di Gregorio y Shane, muestran que la influencia de las incubadoras afiliadas a la universidad sobre la generación de *spin-offs* es insignificante, aunque ello no implica que no puedan favorecer su éxito (Di Gregorio y Shane, 2003:225).

2.3. FACTORES EXPLICATIVOS INSTITUCIONALES

Como no podía ser de otro modo, la formación de *spin-offs* es un reflejo de la universidad en que se originan, de modo que la cultura, los objetivos, la historia y la tradición de la universidad pueden influir de forma positiva o negativa en la tasa de formación de *spin-offs*.

Son numerosas las aportaciones que han tratado los aspectos institucionales en la formación de *spin-offs* académicos (Louis et ál., 1989:129; Henrekson y Rosenberg, 2001; Feldman et ál., 2002; Mlemvo Ndonzuau, 2002; Di Gregorio y Shane, 2003; Link y Scott, 2005; Lockett y Wright, 2005; O'Shea et ál., 2005; Djokovic y Souitaris, 2007; Martinelli et ál., 2007; Markman et ál., 2008:34). De entre ellas, O'Shea et al (2007b) y Roberts (1991a) analizan el MIT para identificar los factores explicativos de su éxito en generación de *spin-offs*. O'Shea et ál. identifican tres factores institucionales. El primero de ellos es la misión de la universidad, que se puede identificar con el objetivo último que ésta se plantea. La misión del MIT es el avance de la ciencia y la investigación, y la comercialización de los resultados constituye un elemento clave para lograrlo. Por ello, sus políticas y prácticas se encuentran claramente orientadas hacia la comercialización de la tecnología y, más concretamente, hacia la creación de empresas (O'Shea et ál., 2007a:9). La cultura de la universidad es considerada un segundo factor explicativo. El MIT se identifica con

una cultura que recompensa la empresarialidad, lo que se manifiesta al menos en tres aspectos (O'Shea et ál., 2007a:10):

1. Los investigadores aspiran a validar los resultados de su investigación en el mercado.
2. Los negocios son considerados una actividad atractiva y estimulante.
3. La obtención de beneficios económicos por parte de los investigadores se considera un objetivo legítimo.

La historia y tradición de la universidad es considerada como un tercer factor institucional explicativo de la generación de *spin-offs* académicas en el MIT, ya que en ellas se encuentra el origen de su actual orientación y cultura (O'Shea et ál., 2007a:10).

Las conclusiones a la que llega O'Shea et ál. (2007a) coinciden con las de Kenney y Goe (2004)²¹, que analizan los casos de los departamentos de Ingeniería Electrónica y Ciencias Informáticas de la Universidad de Berkeley en California y Stanford, con el objetivo de explicar por qué dos universidades situadas en un mismo contexto y con un nivel científico comparable obtienen distintos resultados en generación de *spin-offs*. Los autores concluyen que la cultura, la historia y las normas de la institución en la que el investigador se encuentra integrado son clave para determinar el nivel de compromiso de éste con la actividad empresarial (Kenney y Goe, 2004:704).

No todas las universidades tienen una cultura y unos objetivos empresariales como los del MIT. La universidad Johns Hopkins en EEUU, por ejemplo, a pesar ser una institución líder en recepción de fondos federales y de investigación, no obtiene unos resultados tan exitosos en comercialización de tecnología. De acuerdo con Feldman y Desrochers (2004)²², las causas se pueden encontrar en la falta de una cultura comercial en la universidad. Así, en algunos casos la cultura de la universidad

²¹ Kenney y Goe (2004) utilizan tres metodologías diferentes para desarrollar los estudios de caso de los departamentos de Ingeniería Electrónica y Ciencias Informáticas de la Universidad de Berkeley en California y Stanford. En una primera etapa analizan la información contenida en los archivos de los departamentos; en la segunda entrevistan a los miembros de los departamentos y en la tercera utilizan varias técnicas para medir la implicación empresarial de los mismos (Kenney y Goe, 2004; p.698).

²² Feldman y Desrochers (2004) desarrollan un análisis en profundidad de la universidad John Hopkins de EEUU a partir de entrevistas y recopilación de datos.

puede suponer incluso un obstáculo para la creación de empresas. En los casos de universidades en las que predomina el “paradigma científico” en la cultura académica, es común que la universidad evite la implicación de los científicos en los usos últimos de la investigación. Este paradigma no favorece ningún tipo de transferencia tecnológica, y menos aún la creación de empresas por parte de los investigadores, según Nlemvo Ndonzuau et ál. (2002:283).

El “paradigma científico” considera que la investigación académica es un bien público, existiendo sólo dos formas en las que el investigador puede explotar los resultados de su labor. Una es mediante las publicaciones o conferencias y la otra la transferencia de conocimientos a los alumnos mediante la docencia. Para Nlemvo Ndonzuau et ál. (2002:283), el paradigma científico ha contribuido al establecimiento de un sistema de recompensas en la universidad con tres características que no favorecen la transferencia tecnológica:

- La estrategia de “publicar o morir” (“*publish or perish*”): la promoción interna en las universidades se basa en buena medida en los trabajos que los investigadores coloquen en publicaciones científicas de prestigio, ya que ello se considera una medida de su contribución a la Ciencia. Este modelo según varios autores puede suponer un obstáculo para la creación de empresas *spin-off*, ya que la publicación de los resultados de la investigación provoca una pérdida del valor económico que se podría generar con su explotación comercial. La publicación previa de los resultados impide que se puedan patentar, lo que puede dificultar enormemente su comercialización (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:283; Jong, 2006:257)
- La ambigüedad de la relación de los investigadores con el dinero: los investigadores consideran la investigación un medio para el progreso científico, mientras que los ejecutivos de las empresas consideran la ciencia un medio para conseguir dinero, es decir, un fin en sí mismo (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:284). Estas distintas percepciones se enfrentan cuando los científicos deciden crear su propia empresa.
- La naturaleza desinteresada de la investigación académica: tiene su origen en la dedicación tradicional de los científicos a la investigación básica y la negativa consideración de aquéllos que desarrollaban investigación aplicada buscando resultados comerciales. Por ello, muchas

investigaciones no tienen aplicación en el mercado (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:284).

Por otro lado, Kirby (2006)²³ considera que la universidad no es una institución que favorezca la creación de empresas, debido a diferentes razones, entre las que se pueden destacar las siguientes: la naturaleza impersonal de las relaciones en la universidad; la necesidad de control, estableciendo para ello normas y procedimientos estructurados; la estructura jerárquica; el conservadurismo; la necesidad de resultados inmediatos; la falta de talento empresarial y la inexistencia de métodos de compensación apropiados (Kirby, 2006:599).

En línea con lo señalado en párrafos anteriores, diferentes autores han analizado las medidas que se pueden tomar para el fomento de la cultura empresarial, especialmente en las universidades que carezcan de ella. Siegel et ál. (2003:44) consideran que los aspectos críticos a los que hay que prestar atención para mejorar la transferencia de tecnología entre la universidad y la industria son: el sistema de recompensas a los investigadores implicados en transferencia de tecnología, la gestión de las oficinas de transferencia tecnológica, y las barreras culturales existentes entre la universidad y la industria. Stuart y Ding (2006:136) señalan además la importancia de las experiencias exitosas entre el personal de la universidad, que sirven como ejemplo y aliciente para que otros creen sus propias empresas. Por su parte, Kirby señala la posibilidad de llevar a cabo varias acciones estratégicas encaminadas a fomentar la cultura empresarial en la universidad, destacando, entre otras, las siguientes: la promoción de la actividad empresarial entre los investigadores, la organización de investigaciones interdepartamentales e interdisciplinarias, el reconocimiento y recompensa de la actividad empresarial y el establecimiento de centros de apoyo y fomento de la empresarialidad (Kirby, 2006:601). En relación con la promoción de la actividad empresarial entre los investigadores y la mejora de las recompensas para aquéllos que la lleven a cabo, O’Gorman et ál. (2008) sugieren varias medidas: vincular la financiación de la investigación a la comercialización, facilitar la implicación de los investigadores en el mercado y desarrollar el acceso de los investigadores a proveedores externos de recursos (O’Gorman et ál., 2008:32).

²³ Kirby (2006) contrasta sus hipótesis con el desarrollo de un estudio de caso de la universidad de Surrey, en Reino Unido. La elección de esta universidad se basa en su larga tradición en el fomento de la innovación y la transferencia de tecnología (Kirby, 2006; p.601).

2.4. FACTORES EXPLICATIVOS EXTERNOS O AMBIENTALES

El entorno de la universidad es otra de las variables que explica la formación de *spin-offs*. Aunque su estudio es complejo, ya que comprende desde la legislación imperante hasta la existencia de instituciones que favorezcan la creación de empresas cuatro factores son los que han recibido mayor atención en la literatura sobre el tema:

- La existencia de empresas de venture capital o capital-riesgo.
- La entrada en vigor de leyes que favorezcan la creación de *spin-offs*
- Las infraestructuras de conocimiento.
- La situación de la universidad en un contexto tecnológico y empresarial.

2.4.1. El capital-riesgo

Las organizaciones de capital-riesgo o capital-riesgo se dedican a invertir en proyectos de creación de empresas que las entidades de crédito tradicionales no financian por ser demasiado arriesgados. En lugar de limitarse a prestar dinero, las organizaciones de capital-riesgo financian la nueva empresa a cambio de participaciones en el capital social de la misma. El riesgo asociado a la inversión se reduce mediante una selección cuidadosa de los proyectos que se van a financiar y una participación activa en la gestión de la nueva empresa (Florida y Kenney, 1988:121). Florida y Kenney destacan que las empresas de capital-riesgo juegan un importante papel en la innovación y citan algunos ejemplos de empresas innovadoras exitosas que recibieron este tipo de financiación, como Apple Computers, Genetech o Fairchild (Florida y Kenney, 1988:129). Para estos autores las empresas de capital-riesgo localizadas en Silicon Valley el ejemplo ideal de este tipo de organizaciones, orientadas hacia la financiación de proyectos tecnológicos, lo que las convierte en un elemento clave en la estructura social de innovación (Florida y Kenney, 1988:131).

Desde el punto de vista de la formación de *spin-offs* académicas, generalmente se considera que la disponibilidad de fondos de capital-riesgo es un factor clave para la generación de *spin-offs* (Powers y McDougall, 2005:305). Algunos trabajos introducen variables adicionales al estudio de la relación existente entre las *spin-offs* y las empresas de capital-riesgo, como: las características de la empresa financiada, la distancia geográfica entre ésta y la organización de capital-riesgo y su procedencia. Wright et ál. (2004) señalan que las *spin-offs* académicas son más propensas a recibir este tipo de financiación que otras empresas que explotan nueva tecnología. Sin embargo, para las *spin-offs* académicas resulta difícil recibir financiación en los primeros momentos, ya que las organizaciones de capital-riesgo prefieren invertir

cuando han obtenido alguna prueba de la viabilidad del proyecto (Wright et ál., 2006:495). Además, destacan que la obtención de este tipo de financiación genera mejores resultados para las *spin-offs* universitarias que toman la forma de *joint venture* (Wright et ál., 2004b:308). Sorenson y Stuart (2003) introducen la variable geográfica en el análisis y señalan que la probabilidad de que una empresa *spin-off* reciba financiación de capital-riesgo se reduce a medida que la distancia entre ambas es mayor (Sorenson y Stuart, 2003). En cuanto a la procedencia del capital-riesgo, Di Gregorio y Shane diferencian los efectos generados por el capital-riesgo que proporciona la universidad y el externo. Los autores consideran que el capital-riesgo externo es un factor que influye sobre la generación de *spin-offs* mientras que el que proporciona la universidad sólo funciona como un sustituto del primero en los casos en que no esté disponible (Di Gregorio y Shane, 2003; 206).

Wright et ál. (2004) realizan una serie de recomendaciones para mejorar el acceso de las *spin-offs* universitarias al capital riesgo, entre las que se puede destacar una mayor transparencia en los procesos de toma de decisiones en el origen de la *spin-off* en la universidad, el fortalecimiento de las redes sociales entre empresas de capital-riesgo y universidades, el fomento de un mayor conocimiento en ciencia y tecnología por parte de las empresas de capital-riesgo, y el establecimiento, por parte de las autoridades, de formas de financiación en las que participen fondos públicos y privados (Wright et ál., 2006:496).

2.4.2. Legislación que favorezca las *spin-offs*

La legislación vigente es otro de los factores del entorno que se consideran importantes para la generación de *spin-offs* académicas. Al analizar la literatura existente sobre los mecanismos institucionales de apoyo gubernamentales se pone de manifiesto un cambio en la orientación de la política. Según Bozeman, en el diseño de la política tecnológica se pueden diferenciar tres paradigmas:

1. El paradigma del fallo del mercado, con raíz neoclásica, considera que el papel de la política gubernamental se debe limitar a la solución de los fallos de mercado y las externalidades, de modo que éstas constituyen las únicas situaciones en las que se justifica la intervención de la política tecnológica.
2. El paradigma de la misión, que supone una ampliación de la intervención de la política tecnológica. Aunque su raíz se encuentra en la tradición liberal y otorga un amplio papel al Estado, bajo este paradigma se crean agencias tecnológicas como laboratorios públicos y se diseñan políticas de I+D.

3. El paradigma de la tecnología cooperativa, que se considera que tanto los laboratorios públicos como las universidades tienen que jugar un papel importante en el desarrollo y la transferencia de tecnología (Bozeman, 2000:631).

Bozeman considera que mientras el paradigma del fallo de mercado ha estado presente siempre en la política tecnológica, desde 1945 se observa una importante influencia del paradigma de la misión, que se mantiene vigente hasta 1992. Entre 1992 y 1994 señala el predominio del paradigma de la tecnología cooperativa, aunque desde entonces hasta hoy observa de nuevo un predominio del paradigma de la misión (Bozeman, 2000:631). A diferencia de Bozeman, Etzkowitz defiende que en la actualidad existe un predominio del modelo de la triple hélice en las relaciones universidad-industria-gobierno, lo que implica que la universidad y los centros de investigación públicos tienen influencia sobre el desarrollo económico (Etzkowitz, 1998; Etzkowitz et ál., 2000). En la terminología de Bozeman, ello supone defender el predominio del paradigma de la tecnología cooperativa en la actualidad.

En este campo, uno de los elementos más analizados y que ha generado mayor controversia es la Bayh-Dole Act de EEUU, ley que entra en vigor en 1980 y concede los derechos de propiedad intelectual de los resultados, de la investigación financiada con fondos públicos, a los centros de investigación, con el objetivo favorecer la transferencia tecnológica desde las universidades (Siegel et ál., 2003:112). La influencia de la Bayh-Dole Act ya se ha visto en anteriores secciones de este trabajo²⁴. Como se indicó entonces, no existe acuerdo entre los autores sobre si la implantación de leyes como la Bayh-Dole Act resulta o no beneficiosa para las universidades. Nelson (2001) señala que estas leyes fomentan el uso de las patentes como mecanismo de transferencia, lo cual genera dos problemas principales. Por un lado, puede provocar una desviación de la investigación hacia las ramas más aplicadas, en las que los resultados son más fácilmente patentables, lo que perjudicaría el avance de la ciencia básica (Henderson et ál., 1998). Por otro lado, el uso de las patentes en la universidad contradice una de sus misiones, que es fomentar la difusión del conocimiento (Dasgupta y David, 1994; Mowery y Sampat, 2005; Fabrizio, 2007; Nelson, 2001). Sin embargo, Shane (2004b:128) señala que la entrada en vigor de la Bayh-Dole Act tuvo efectos positivos para la generación de *spin-offs* académicas, dado que motivó a las universidades a implicarse en la explotación

²⁴ Sección 2.2.3, Capítulo 4.

comercial de los resultados de la investigación. Además, ha influido en el establecimiento de nuevas oficinas de transferencia tecnológica (Sampat, 2006:781) que, como se ha indicado anteriormente, tienen efectos positivos sobre la generación de *spin-offs* académicas.

Se han destacado otros aspectos de la política de innovación que pueden favorecer la creación de empresas *spin-offs* académicas, como el acceso a las patentes y la promoción de la transferencia de tecnología entre los investigadores. Wallmark (1997) señala que el coste de las patentes es demasiado elevado para ser soportado por una empresa *spin-off*, por lo que recomiendan políticas que favorezcan el uso de este mecanismo de protección en las empresas pequeñas (Wallmark, 1997:137). Golfard y Henrekson (2003), por su parte, analizan la transferencia de tecnología en Suecia, indicando que a pesar de ser un país tecnológicamente avanzado e innovador, la creación de *spin-offs* académicas es muy débil si se compara con EEUU. Los autores consideran ello se debe a las diferentes políticas que se llevan a cabo en ambos países. Aunque la política sueca dedica fondos al fomento de la creación de empresas, no logra crear un contexto que incentive la comercialización de los resultados por parte de los investigadores. En EEUU se ha logrado, según los autores, mediante la flexibilización de las regulaciones vigentes y la competencia por la financiación entre los investigadores. Golfard y Henrekson consideran que es necesario establecer una política que elimine las barreras a la comercialización existentes en la universidad y cree incentivos para comercializar la tecnología (Golfard y Henrekson, 2003:635).

2.4.3. Contexto tecnológico y empresarial

Algunas investigaciones sugieren que el surgimiento de *spin-offs* en una universidad que se encuentre localizada en un entorno altamente tecnológico y emprendedor será mayor que en otras universidades cuya localización sea menos favorecedora. O'Shea et ál. (2007a) y Roberts (1991a) han llevado a cabo estudios de este tipo en el MIT que, como es sabido, se localiza en una zona altamente tecnológica de Boston. Según ellos, la presencia de empresas y empresarios sirve de ejemplo a otros emprendedores y les ofrece la posibilidad de crear redes y colaborar. Por ello, O'Shea et ál. destacan una frase del director de la oficina de transferencia tecnológica del MIT, que indica que la incubadora de empresas del MIT es la ciudad de Cambridge (O'Shea et ál., 2007a:11). Otros estudios sobre la influencia del entorno empresarial y tecnológico en la generación *spin-offs* se han centrado en los *clusters* de empresas, por ejemplo, en determinadas ramas productivas como las de biotecnología

que existen en el estado de Maryland (Feldman y Francis, 2003) y en San Francisco (EEUU) (Jong, 2006:278).

Un ejemplo bien conocido de región altamente tecnológica es el de Silicon Valley (California). De acuerdo con Saxenian (1994), la principal ventaja de las empresas de Silicon Valley se basa en las relaciones que se establecen entre empresas e instituciones, de modo que conforman una red:

“Silicon Valley has a regional network-based industrial system that promotes collective learning and flexible adjustment among specialist producers of a complex of related technologies. The region’s dense social networks and open labor markets encourage experimentation and entrepreneurship. Companies compete intensely while at the same time learning from one another about changing markets and technologies through communication and collaborative practices; and loosely linked teams structures encourage horizontal communication among firm divisions and with outside suppliers and customers. The functional boundaries within firms are porous in a network system, as are the boundaries between firms themselves and between firms and local institutions such as trade associations and universities” (Saxenian, 1994:2).

El origen del liderazgo tecnológico de Silicon Valley se encuentra, entre otras razones, en su interacción con la universidad de Stanford (California) (Saxenian, 1994:11; Jong, 2006:278). Esta universidad, al igual que el MIT, recibió tras la Segunda Guerra Mundial importantes fondos públicos, dedicados principalmente a la investigación en radares, electrónica e informática, en muchos casos con objetivos militares. Ello generó una importante mano de obra especializada que atrajo la localización de grandes empresas y la creación de otras nuevas. Se mantuvo en los años 70 y permitió que tanto Silicon Valley como los alrededores de Boston (*Route 128*) fueran líderes en innovación y producción en el sector electrónico (Saxenian, 1994:11). Sin embargo, mientras el MIT buscaba captar fondos para la investigación estableciendo conexiones con instituciones gubernamentales, la universidad de Stanford, que carecía de dichos contactos, promovió la creación de empresas *spin-off* como instrumento para comercializar los resultados de la investigación y obtener financiación.

Uno de los primeros ejemplos de la implicación de la universidad de Stanford en la creación de empresas se remonta a 1937, con la creación de la empresa

Hewlett-Packard por dos estudiantes, que recibieron asistencia y financiación de un profesor de la universidad, Frederick Terman. Tras la Segunda Guerra Mundial, Terman fortaleció el papel de la universidad en el apoyo a las empresas tecnológicas mediante la creación de una comunidad universitaria y tecnológica (*community of technical scholars*), ideada como un grupo de industrias altamente tecnológicas y una universidad fuerte cuya investigación estuviera orientada hacia sus necesidades. (Saxenian, 1994:22). Otras importantes empresas relacionadas con Stanford y que se crearon en la zona en los años 50 fueron Shockley Transistor Corporation y Fairchild Semiconductors, *spin-off* de Shockley Transistor Corporation, que a su vez generó múltiples *spin-offs*, entre ellas, Intel Corporation. En los años 70, Silicon Valley era el enclave más importante de EEUU en el sector de la microelectrónica y concentraba una mano de obra altamente especializada, numerosas empresas de capital-riesgo e importantes infraestructuras (Saxenian, 1994:27). Tras unos años de crisis en los primeros años 80, la producción de chips y ordenadores generó una nueva oleada de creación de empresas y crecimiento. Empresas como Sun Microsystems, DEC o Apple Computers fueron creadas en esta época y constituyen ejemplos de la importancia de las empresas de la zona (Saxenian, 1994:118).

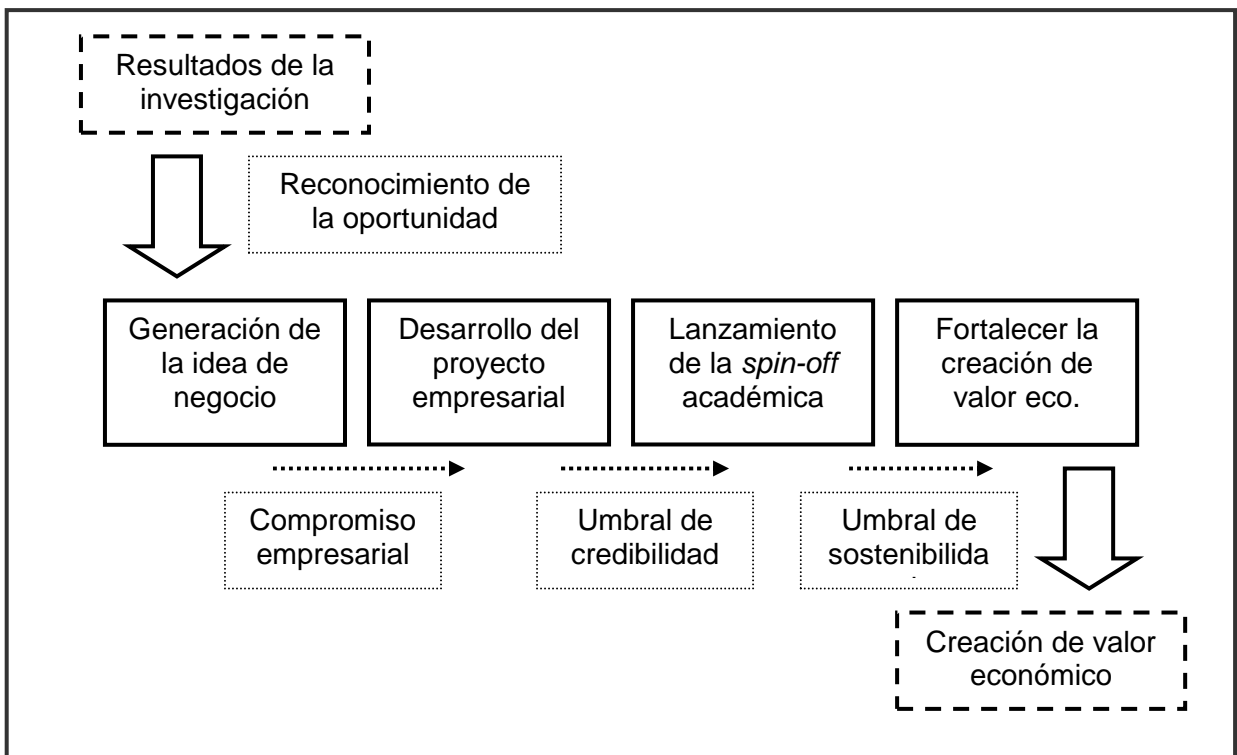
Una de las características de Silicon Valley, que diferencia esta región de otras zonas innovadoras de EEUU, es su cultura empresarial, basada en el cambio, el riesgo y la competencia –aunque también hay importantes casos de cooperación entre empresas (Saxenian, 1994:30). Buena parte de las empresas de la zona han sido fundadas por jóvenes universitarios de Stanford, muchos de ellos sin familia ni raíces en la zona, pioneros e innovadores, que crean su empresa en un garaje y no tienen miedo al riesgo, consiguiendo que su empresa crezca mucho más allá de lo imaginable (Saxenian, 1994:31). Empresas como HP o Apple Computers constituyen ejemplos de este modelo empresarial.

Dado que el contexto que rodea la universidad es una variable clave para la generación de *spin-offs* académicas, debe ser tenido en cuenta en las estrategias de fomento de las mismas que desarrollen las universidades. La copia de políticas que han tenido éxito en otros lugares, como las que ha llevado a cabo la universidad de Standford en Silicon Valley, o el MIT en los alrededores de Boston, pueden no tener utilidad alguna (Golfard y Henrekson, 2003; O’Shea et ál., 2007a).

3. DESARROLLO Y EJECUCION DE LAS SPIN-OFFS ACADÉMICAS

Una vez analizados los factores que explican la creación de *spin-offs* académicas, es de interés analizar su proceso de surgimiento, desarrollo y ejecución. Para ello nos basaremos en la metodología de análisis introducida por Nlemvo Ndonzuau et ál. (2002) y Vohora et ál. (2004), que contemplan las diferentes etapas en la evolución de las *spin-offs* académicas. El análisis considera los factores explicativos de los *spin-offs* académicos, anteriormente estudiados, en sus respectivas etapas. En el Gráfico 9 se representan esquemáticamente las distintas fases del proceso a analizar.

Gráfico 9: Etapas del proceso de formación de las *spin-offs* académicas



Fuente: Elaboración propia a partir de Nlemvo Nlemvo Ndonzuau et ál. (2002) y Vohora et ál. (2004).

En el esquema que seguimos (Gráfico 5), se parte de los resultados de la investigación que el académico ha desarrollado en la universidad. Como se ha señalado con anterioridad, estos resultados pueden ser un invento o cualquier otro tipo de conocimiento adquirido durante la experiencia del académico en la universidad. El resultado final del proceso de formación de la *spin-off* académica será la creación de valor económico para el territorio en el que se asienta (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:282). Entre ambos momentos se encuentra el proceso de formación de la empresa *spin-off*, en el que se diferencian cuatro etapas (Nlemvo Ndonzuau et ál.,

2002:282; Vohora et ál., 2004:150): la generación de la idea de negocio, el desarrollo del proyecto empresarial, el lanzamiento de la *spin-off* académica y el fortalecimiento de la creación de valor económico. Según Vohora et ál. (2004:150), el paso de una etapa viene determinado por diferentes situaciones críticas que la empresa debe superar. A continuación se analizará cada etapa y los factores que ejercen influencia en cada una de ellas.

3.1. PRIMERA ETAPA: GENERACIÓN DE LA IDEA DE NEGOCIO

Como se señaló anteriormente, en esta etapa el investigador, ya sea en solitario o en colaboración con un equipo, desarrolla una idea para explotar comercialmente los conocimientos científicos y tecnológicos obtenidos durante su investigación. Se puede señalar, por tanto, que en esta etapa el investigador identifica y evalúa una oportunidad tecnológica. Los procesos de identificación y evaluación de las oportunidades ya fueron analizados en Capítulo 2 de este trabajo. En este capítulo nos limitaremos a señalar algunas de las características de estos procesos relevantes para el caso de las *spin-offs* académicas.

La identificación de la oportunidad tecnológica tiene lugar cuando el investigador toma conciencia de que la explotación comercial de los conocimientos científicos y tecnológicos resultantes de la investigación que ha llevado a cabo puede reportar beneficios. De acuerdo con lo expuesto en el Capítulo 2, se pueden señalar tres factores principales que influyen sobre la identificación de oportunidades tecnológicas por parte del investigador universitario:

- El conocimiento anterior, obtenido a través de la investigación, cursos de formación o experiencia previa en la industria (Roberts, 1991a:69; Ortín et ál., 2007:9). Nicolau y Birley (2003b) consideran que los investigadores universitarios se encuentra en una situación ventajosa con respecto a otros agentes para identificar posibles nichos de mercado a los que dirigir su producto y que pueden adaptar su invento de acuerdo con ellos (Nicolau y Birley, 2003b:1705)
- El acceso a la información. Nlemvo Ndonzuau et ál. identifican dos ámbitos de información relevantes: 1) la propia investigación, en la que el acceso depende del grado de comunicación establecido entre los investigadores que participan en ella; y 2) el conocimiento de los mercados en los que se va a comercializar la tecnología. En ambos casos, la información será determinante para la identificación de la oportunidad tecnológica (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:284). Algunos autores señalan también la

importancia de la pertenencia a redes sociales, formales e informales, que pueden facilitar el acceso a la información (Rappert et ál., 1999:889; Nicolau y Birley, 2003b:1705).

- Factores psicológicos del investigador: como se ha señalado en el Capítulo 2, se considera que algunos factores psicológicos como la autoconfianza o la necesidad de logro pueden estimular la búsqueda e identificación de oportunidades tecnológicas en los resultados de la investigación (Roberts, 1991a:89; Saxenian, 1994:38).

Por otro lado, la evaluación de la oportunidad tecnológica consiste en el cálculo de los beneficios esperados de su explotación comercial. Éste depende de varios factores, entre los que se pueden señalar cuatro: 1) el grado de novedad que el nuevo producto o servicio tenga en el mercado, 2) el riesgo, 3) las condiciones de apropiación de las ganancias de la explotación, y 4) las características de la demanda. Además, el investigador puede tener en cuenta en la evaluación otros factores personales y de motivación²⁵. En general, Nlemvo Ndonzuau et ál., señalan que la evaluación de la oportunidad requiere un análisis que permita identificar el potencial económico de la oportunidad y la mejor forma de explotarla. Para ello se evaluarán tres tipos de factores (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:284):

- Factores tecnológicos: permiten valorar el grado de estabilidad y/o desarrollo de la tecnología para decidir sobre la conveniencia de explotarla directamente o continuar con la investigación, además de decidir sobre sus posibles aplicaciones.
- Factores comerciales: indican la existencia o no de un mercado viable para la comercialización de la tecnología. Entre ellos destacan el análisis de los posibles usos de la tecnología, el consumidor objetivo, las barreras de entrada al mercado, etc.
- Factores personales: el académico deberá valorar la decisión de llevar a cabo el proyecto de *spin-off*, lo cual supone en definitiva, comprometerse con la creación de la empresa.

En esta etapa resultará determinante la cultura académica de la universidad, que influye sobre el grado de apoyo de ésta a la formación de *spin-offs* y la

²⁵ Para un análisis más detallado del proceso de evaluación de las oportunidades empresariales, ver Capítulo 2, sección 2.2..

predisposición de los investigadores a implicarse en ellas (Smilor et ál., 1990:71; O'Shea et ál., 2007a:10). El elemento clave que marca el paso a la siguiente etapa es el compromiso del investigador con la creación de la empresa, que puede estar acompañado de la decisión de abandonar la universidad, aunque no es un requisito necesario. Una vez que el compromiso tiene lugar, comienza el desarrollo del proyecto de empresa.

3.2. SEGUNDA ETAPA: DESARROLLO DEL PROYECTO EMPRESARIAL

Durante el desarrollo del proyecto empresarial, el equipo promotor de la *spin-off* académica elabora el plan de empresa. En esta etapa influyen dos aspectos principales: 1) la protección de las ideas, y 2) el desarrollo de la misma. En éste último se pueden diferenciar varias etapas (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:285).

La importancia de la protección de las ideas en el desarrollo del plan de empresa se debe a que el beneficio generado por la explotación comercial de la oportunidad depende del grado de protección de la tecnología. En capítulos anteriores de este trabajo se han analizado diversos aspectos de los mecanismos de protección de la propiedad intelectual; en esta ocasión nos limitaremos a los que influyen en el proyecto empresarial, que son los siguientes:

- La identificación del propietario de los derechos de propiedad intelectual: dependiendo de la legislación vigente, éste puede ser la universidad, el investigador o la entidad que concedió los fondos para desarrollar la investigación. Por otro lado, en el caso de investigaciones colectivas, debe aclararse el porcentaje de beneficio de la comercialización que corresponde a cada investigador (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:285).
- El grado de protección de la tecnología. Nlemvo Ndonzuau et ál. diferencian entre la protección natural y la artificial. La protección natural depende del grado de innovación y las barreras a la imitación que incorporen los resultados; en cambio, los mecanismos artificiales, como las patentes, los copyright o los derechos de autor, suponen un coste para la empresa. El equipo promotor debe determinar el nivel óptimo de protección de la tecnología en función de los costes y beneficios que suponga su mantenimiento (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:285).

El segundo factor que influye sobre el plan empresarial es el desarrollo de la idea de negocio, que consiste en la transformación de la oportunidad tecnológica en un proyecto viable de empresa. En este proceso es muy importante el proceso de

reflexión que tiene lugar durante la evaluación de la oportunidad empresarial, cuyas conclusiones permiten planificar el desarrollo de la empresa. Se pueden identificar cuatro etapas en este proceso:

- Desarrollo tecnológico de la idea: se trata de verificar las posibilidades de la explotación comercial de la tecnología y diseñar el modo más adecuado de llevarla a cabo. Según Nlemvo Ndonzuau et ál., como resultado de este proceso se obtiene un prototipo que permite decidir sobre la posibilidad de producir a gran escala. Además, el prototipo puede ser mostrado a posibles consumidores y socios, para difundir el potencial de la tecnología. El desarrollo tecnológico será un proceso complejo y en muchos casos implica un largo período de tiempo de trabajo (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:285; Zahra et ál., 2007:594).
- Desarrollo comercial: supone la determinación de los medios y canales comerciales a través de los que se va a explotar la tecnología.
- Diseño del equipo fundador: puede estar compuesto únicamente por el investigador que ha identificado la idea de negocio o por más personas que participen en el proyecto empresarial. Este es un elemento clave en el futuro de la empresa, que depende en buena medida de que el equipo posea las capacidades necesarias para ejercer la actividad empresarial (Ensley y Hmieleski, 2005:1102)

Durante el desarrollo de la idea de negocio es importante el apoyo de la oficina de transferencia tecnológica de la universidad, ya que entre las funciones que puede realizar destaca el asesoramiento al equipo promotor sobre el proyecto empresarial y las posibles formas de comercialización de la tecnología (Locket y Wright, 2005:1045; O'Shea et ál. 2005:1006; O'Gorman et ál., 2008:32).

El elemento clave que permite superar esta etapa es la consecución del umbral de credibilidad, que se puede definir como una situación en la que el equipo fundador consigue la credibilidad necesaria para obtener los recursos que necesita comenzar la actividad de la *spin-off* académica (Vohora et ál., 2004:150).

3.3. TERCERA ETAPA: LANZAMIENTO DE LA *SPIN-OFF* ACADÉMICA

En esta etapa comienza la actividad de la *spin-off* académica. En ella influyen cuatro factores principales (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:286): 1) el acceso a los recursos tangibles e intangibles, 2) la relación de la *spin-off* académica con la

universidad de origen, 3) la relación de la *spin-off* con la industria, y 4) la comercialización de la tecnología.

El acceso a los recursos es un aspecto clave, ya que si la *spin-off* no es capaz de conseguirlos, su capacidad para generar beneficios futuros se verá comprometida (Nicolau y Birley, 2003b:1705; Shane y Stuart, 2002:170; Clarysse et ál., 2005:187). Entre los elementos que pueden favorecer este factor se encuentran la pertenencia a redes sociales y la actividad de las instituciones, como gobiernos o universidades, que en algunos casos facilitan a las *spin-offs* los recursos que éstas necesitan. Se pueden diferenciar dos tipos de recursos:

- Tangibles, especialmente los materiales y los recursos financieros.
- Intangibles: destacan las capacidades del equipo humano de la empresa, que pueden mejorar de dos formas. Por un lado, mediante los consejos de asesores y expertos en los diferentes campos que abarque la actividad de la empresa (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:286), y por otro mediante la contratación de personal, en algunos casos procedentes de la propia universidad (Smilor et ál., 1990:71).

La relación de la *spin-off* con la universidad de origen es un segundo elemento clave para su lanzamiento. Según Nlemvo Ndonzuau et ál. (2002:287), aunque todas las *spin-off* se desligan progresivamente del mundo académico, muchas de ellas siguen manteniendo relaciones con la universidad de origen. Se pueden identificar dos planos diferentes en el establecimiento de estas relaciones. Por un lado, el plano institucional, en el que las relaciones se plasman en políticas de apoyo a la formación de la *spin-off*, que se pueden traducir en que la universidad le proporcione acceso a recursos financieros, intangibles o materiales (Leitch y Harrison, 2005:269; Kinsella y McBrierty, 1997:247). Por otro lado, el plano personal determina el establecimiento de relaciones con el personal de la universidad, que a su vez se pueden traducir en colaboración, asesoramiento o ayuda para acceder a los recursos. El apoyo de la universidad es especialmente importante si se considera que los investigadores no poseen las capacidades necesarias para la gestión de la empresa, ya que el asesoramiento del personal de las incubadoras y las oficinas de transferencia tecnológica puede compensar la falta de conocimiento empresarial (Roberts y Malonet, 1996; Steffensen et ál., 2000:106; O’Gorman et ál., 2008:33).

El tercer factor que ejerce influencia sobre el lanzamiento de la *spin-off* son las relaciones con la industria (Djokovic y Souitaris, 2007). Estas relaciones pueden ser muy variadas, pero destacan tres: 1) la participación en redes de empresas, 2) la

existencia de empresas dedicadas a la misma actividad en el entorno y 3) el desarrollo de los mercados financieros. La participación en redes de empresas facilita la comercialización del producto y la transmisión de conocimientos y capacidades dentro de la red, mientras que la existencia de una industria local establecida puede ayudar a la empresa, de modo que ésta aproveche canales de comercialización existentes y pueda acceder a redes de proveedores (Saxenian, 1994:2). Por otro lado, la existencia de mercados financieros relacionados con la industria puede ser un elemento clave para el lanzamiento de la empresa. Por ejemplo, la existencia de empresas de capital-riesgo relacionadas con la actividad que lleva a cabo la empresa puede ser determinante para conseguir recursos financieros (Wright et ál., 2004b:287; Powers y McDougall, 2005:305).

Un cuarto factor relevante para la actividad de la *spin-off* académica es el modo de comercialización de la tecnología. En este aspecto serán importantes el régimen y el patrón tecnológicos predominantes en la industria (Shane, 2001b). Las *spin-offs* académicas se suelen caracterizar por su reducido tamaño y alto grado de innovación –aunque también existen *spin-offs* de bajo contenido tecnológico–, por lo que la estructura de mercado ideal para ellas se basa en un mercado con reducidas barreras de entrada y número importante de empresas. Esta estructura se identifica con un régimen tecnológico basado en la ciencia (Nelson y Winter, 2002) y con el patrón tecnológico I de Schumpeter (destrucción creativa)²⁶.

El elemento clave que permite que la *spin-off* académica pase a la siguiente etapa es que alcance el umbral de sostenibilidad. En caso de no hacerlo, la empresa fracasaría en la actividad y estaría abocada a la quiebra (Vohora et ál., 2004:150).

3.4. CUARTA ETAPA: FORTALECIMIENTO DE LA CREACIÓN DE VALOR ECONÓMICO

En la última etapa del proceso de desarrollo de la *spin-off* académica se transfieren los beneficios de la formación del *spin-off* académico al territorio en el que la empresa se encuentra asentada. Según Vohora et ál., para ello es necesario que la empresa se reconfigure continuamente, ya que durante su actividad aparecerá nueva información y conocimiento que la *spin-off* debe asimilar y combinar con los recursos disponibles (Vohora et ál., 2004:158). La innovación continua será clave para la empresa, especialmente en aquellos sectores en los que el cambio tecnológico es más rápido, ya que existe una alta probabilidad de que los productos o servicios que

²⁶ Ver Capítulo 3.

desarrolla queden anticuados, lo que provocaría una pérdida de posiciones en el mercado. En esta etapa Nlemvo Ndonzuau et ál. identifican dos factores clave: el riesgo de cambio de localización y el cambio de trayectorias (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:287).

El riesgo de cambio de localización consiste en la posibilidad de que la empresa encuentre problemas durante el ejercicio de su actividad debido a la falta de infraestructuras o de mano de obra especializada. Como consecuencia, la empresa puede verse obligada a cambiar de localización, lo que implica graves consecuencias para el territorio, ya que dejaría de beneficiarse del valor económico que genera la empresa. Para evitarlo es necesario que las autoridades locales desarrollen las políticas necesarias para proveer a las empresas que se encuentran situadas en el territorio del entorno más favorable para el desarrollo de su actividad (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:287).

El cambio de trayectorias tiene lugar en empresas cuyo objetivo es la producción de bienes, pero se plantean dos etapas en su actividad. En la primera de ellas se dedican a la prestación de servicios de asesoramiento y consultoría. El objetivo es reunir fondos para invertirlos en las infraestructuras necesarias para llevar a cabo la segunda etapa, la producción de bienes. Sin embargo, algunas de estas empresas nunca llegan a la fase de producción, sino que continúan con las labores de consultoría y, como consecuencia, el impacto económico que generan en el territorio es menor (Nlemvo Ndonzuau et ál., 2002:287).

4. IMPACTO ECONÓMICO DE LAS SPIN-OFFS ACADÉMICA

El impacto económico generado por la creación de la *spin-off* académica se produce en dos ámbitos: los beneficios que genera para la universidad y la creación de valor económico en el territorio.

4.1. IMPACTO ECONÓMICO SOBRE LA UNIVERSIDAD

Los beneficios que la universidad obtiene de la *spin-off* académica dependen principalmente de su porcentaje de participación en el capital de ésta. Este porcentaje se concede a cambio del uso de los derechos de propiedad intelectual, en los casos en que éstos pertenecen a la universidad (Kinsella y McBrierty, 1997:274). Este mecanismo despierta un creciente interés entre las universidades debido a que les reporta importantes beneficios y hace coincidir los intereses de los investigadores, la industria y la universidad (Feldman et ál., 2002; 106).

No existe acuerdo sobre cuál es el mejor mecanismo de transferencia tecnológica. Rogers et ál. (2001:258) consideran que las licencias de patentes y las *spin-offs*, comparadas con otros mecanismos de transferencia, son las que generan más valor. Rasmussen et ál. consideran que, para las universidades, las *spin offs* son más beneficiosas que las licencias de patentes, ya que les reportan un mayor volumen de ingresos (Rasmussen et ál., 2006:521). Bray y Lee (2000:391) coinciden con ellos y señalan que la formación de *spin-offs* es un mecanismo más efectivo que las licencias, ya que genera una tasa de ingresos mayor. Por ello, recomiendan el uso de licencias únicamente cuando la tecnología presente características que impidan su explotación mediante la creación de una empresa *spin-off*. En cualquier caso, cabe la posibilidad de utilizar en una primera etapa las licencias de patente, pasando a la creación de *spin-offs* cuando los investigadores mejoren su conocimiento de los recursos y la gestión de la empresa (Druilhe y Garnsey, 2004:281).

4.2. IMPACTO ECONÓMICO SOBRE EL TERRITORIO

Generalmente se considera que las *spin-offs* académicas generan un impacto económico positivo sobre el territorio en el que se asientan (AUTM, 2001; Shane, 2004a; Rothaermel y Thursby, 2005; O'Shea et ál., 2007a). Los trabajos dedicados a contrastar empíricamente los efectos de las *spin-offs* se han centrado en analizar la influencia de este tipo de empresas en la creación de tecnópolis como los alrededores de Boston o Silicon Valley, que son focos de empleo y riqueza en la región. Se puede destacar varios trabajos. Rogers et ál. (2001:255) señalan que las *spin-offs* han sido un elemento importante en el desarrollo de tecnópolis como Silicon Valley, Austin, Route 128 o Cambridge. Carayannis et ál. (1998:2) destacan el caso de las *spin-offs* procedentes del MIT que, además de ser cada vez más numerosas, generan más de un millón de empleos en EEUU. Estos resultados concuerdan con los del estudio publicado por Bank of Boston sobre la influencia de las empresas generadas por investigadores del MIT en los alrededores de Boston, que destaca la importancia de estas empresas para la economía de la región y, en general, para la economía estadounidense, y el importante porcentaje del empleo de la región generado por ellas (Bank of Boston, 1997:8). Saxenian (1994), por su parte, destaca la importancia de las *spin-offs* surgidas de la universidad de Stanford en la formación de Silicon Valley. Otros trabajos empíricos señalan que los efectos que las *spin-offs* provocan sobre el territorio dependen en buena medida de la estrategia de incubación desarrollada por las universidades. Clarysse et ál. (2005:207) señalan que las *spin-offs* que surgen del modelo de incubación poco selectivo no tiene efectos importantes sobre la creación de

empleo y riqueza en el territorio, mientras que lo contrario ocurre con las empresas que surgen del modelo de apoyo y el de incubadora (Clarysse et ál., 2005:208).

Dada la importancia de los factores institucionales sobre el surgimiento de las *spin-offs* académicas y el valor económico que generan, el siguiente capítulo se dedicará al análisis de los modelos de política tecnológica imperantes en Europa y las consecuencias que provocan sobre la generación de *spin-offs* académicos.

CAPÍTULO 6:

**LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA UNIVERSIDAD-EMPRESA Y
LA CREACIÓN DE *SPIN-OFFS* ACADÉMICAS EN LA UNIÓN
EUROPEA**

CAPÍTULO 6: LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA UNIVERSIDAD-EMPRESA Y LA CREACIÓN DE SPIN-OFFS ACADÉMICAS EN LA UNIÓN EUROPEA

1. INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior se han analizado los procesos de transferencia de tecnología entre la universidad y las empresas, centrandó el análisis en la creación de empresas por parte de investigadores y profesores de las universidades, es decir, las *spin-offs* académicas. En este capítulo profundizamos en el contexto institucional de la transferencia de tecnología desde la universidad, prestando especial atención a la creación de *spin-offs* académicas. Hay dos motivos por los que este análisis tiene gran interés para este trabajo de investigación: en primer lugar, el cambio que se está produciendo desde hace unos años en las funciones que lleva a cabo la universidad; este cambio se ha materializado en el ejercicio, por parte de la universidad, de una nueva función, además de las tradicionales de docencia e investigación, que se traduce en fomento de la transferencia de los resultados de la investigación a la industria con el objetivo de generar crecimiento económico en el territorio en el que se asienta (Etzkowitz et ál., 2000). Por esta razón, la transferencia de tecnología procedente de la universidad se ha convertido en objeto de la atención de las instituciones, tanto de la Unión Europea como de los distintos países miembros y los gobiernos regionales.

Un segundo aspecto que cabe señalar es que, en parte debido a la importancia reciente que se concede en a la transferencia tecnológica, algunas de las normativas y leyes que regulan la transferencia de tecnología en países europeos se encuentran en proceso de reforma. Las diferentes autoridades gubernamentales –europeas, nacionales, regionales– y las propias universidades están introduciendo cambios y diseñando nuevas políticas con el objetivo de promocionar la generación de *spin-offs*. En algunos países se plantea la posibilidad de implantar reformas legales que cambien la asignación de los derechos de propiedad intelectual, siguiendo el ejemplo de la Bayh-Dole Act estadounidense (Golfard y Henrekson, 2003:636; Bacchiocchi y Montobbio, 2007:12).

Por todo ello, se considera necesario dedicar un capítulo al análisis detallado del contexto institucional en que surgen en la actualidad las *spin-offs* académicas. El análisis se divide en dos partes: en la primera se revisa el contexto institucional de la transferencia de tecnología entre la universidad y las empresas, analizando varios modelos de política de transferencia tecnológica que se dan en Europa y destacando

los elementos que componen la misma tanto a nivel internacional como estatal y regional (nivel de análisis macro y mesoeconómico); en la segunda parte se analizan las políticas de fomento de las *spin-offs* que llevan a cabo las universidades (nivel microeconómico).

2. CONTEXTO INSTITUCIONAL EUROPEO PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA. MODELOS EUROPEOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

2.1. LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN EUROPA

Desde hace algunos años, las instituciones europeas han señalado entre sus objetivos prioritarios la mejora de la competitividad de la economía europea mediante la incorporación de conocimiento e innovación. Así, en las conclusiones del Consejo Europeo de Lisboa de 2000 se señala:

“La Unión se ha fijado hoy un nuevo objetivo estratégico para la próxima década: convertirse en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, capaz de crecer económicamente de manera sostenible con más y mejores empleos y con mayor cohesión social. Obtener dicho objetivo requiere una estrategia global dirigida a preparar el paso a una economía y una sociedad basadas en el conocimiento mediante la mejora de las políticas relativas a la sociedad de la información y de I + D, así como mediante la aceleración del proceso de reforma estructural a favor de la competitividad y la innovación, y la culminación del mercado interior” (Consejo Europeo de Lisboa, 2000:2).

Para conseguir esos objetivos, es necesario superar las debilidades del sistema europeo de Ciencia-Tecnología-Empresa-Sociedad que, de acuerdo con Rubiralta (2004:23) son las siguientes:

1. La baja colaboración entre investigadores, universidades y empresas, que provoca un reducido aprovechamiento de los conocimientos generados;
2. Escasa tradición de asociaciones para desarrollar I+D entre los ámbitos público y privado;
3. Escasa experiencia en aglutinar los diferentes agentes del sistema para mejorar la transferencia de tecnología;

4. Escasa tradición de las estructuras e instrumentos de transferencia en la promoción de la creación de *spin-offs*.
5. Lentitud en el diseño y aplicación de nuevas normas que respondan de forma eficaz a las transformaciones de la sociedad y la economía del conocimiento.

En este sentido, la Comisión Europea señala que, aunque los países europeos son líderes en investigación básica, no se obtienen los resultados que cabría esperar de la explotación comercial de los resultados de esta investigación si se compara con países como Japón y EEUU. Este hecho se ha denominado la “Paradoja Europea” (Comisión Europea, 1995:8). Aunque no existe acuerdo entre los autores sobre la existencia de tal paradoja (Dosi et ál., 2005), diferentes documentos de análisis de las instituciones europeas señalan la debilidad de la transferencia de tecnología de las universidades a las empresas en Europa (Comisión Europea, 2003:15; Comisión Europea, 2006a:22; Comisión Europea, 2007a:13).

Dadas estas debilidades, y como consecuencia de los objetivos que se ha planteado la Unión Europea para su futuro, la transferencia de tecnología desde la universidad hacia las empresas se ha convertido en uno de los objetivos prioritarios de las instituciones europeas. Existe, por tanto, un interés generalizado, tanto por parte de las instituciones europeas como por los gobiernos nacionales, por mejorar la eficacia de la transferencia europea de tecnología (Rubiralta, 2004:23; Comisión Europea, 2007a:18).

“Knowledge transfer must improve in order to accelerate the exploitation of research and the development of new products and services. To that end, European universities and other public research institutions should be given incentives to develop skills and resources to collaborate effectively with business and other stakeholders, both within and across borders. A major hindrance is the inconsistent, and often inadequate, rules and approaches for managing intellectual property rights (IPR) resulting from public funding.” (Comisión Europea, 2007a:19).

Como reflejo de este interés por el fomento de la transferencia de tecnología, en los últimos años se han diseñado, desde las instituciones europeas, diversos programas y estrategias dirigidos al fomento de la investigación y la transferencia de tecnología. Entre ellos se pueden citar distintos ejemplos:

- El Séptimo Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico (7PM), que tiene un doble objetivo: por un lado, reforzar la base científica y tecnológica de la industria europea; y por otro, favorecer su competitividad internacional, promoviendo una investigación que respalde las políticas comunitarias (Comisión Europea, 2007b:7). Con anterioridad al 7PM se desarrollaron otros seis programas, que han permitido acumular una importante experiencia en el diseño de la política de innovación e investigación europea²⁷.
- Programa ProTon, que tiene por objetivo el fomento de la innovación a partir de la actividad de los organismos públicos de investigación.
- El programa CORDIS, que constituye un servicio de información europeo sobre I+D.
- El programa CIP (Competitiveness and Innovation Programme), dirigido al fomento de la innovación como mecanismo de mejora de la competitividad.
- El instituto EIT (European Institute of Innovation and Technology).
- La red Europe INNOVA, dirigida al fomento de los clusters innovadores.
- Iniciativa PRO INNO EUROPE, en la que se incluyen el programa ERAWATCH y la iniciativa "TrendChart on Innovation", dirigidos al seguimiento de las políticas de innovación de los países miembros.
- El programa "Gate2Growth", que tiene por objetivo acercar a los futuros emprendedores y a posibles inversores.

²⁷ Primer Programa Marco (1984-1987); dotación presupuestaria: 3.750 millones de ecus.

Segundo Programa Marco (1987-1991); dotación presupuestaria: 5.396 millones de ecus.

Tercer Programa Marco (1990-1994); dotación presupuestaria: 5.700 millones de ecus.

Cuarto Programa Marco (1994-1998); dotación presupuestaria: 11.096 millones de ecus.

Quinto Programa Marco (1998-2002); dotación presupuestaria: 13.100 millones de euros.

Sexto Programa Marco (2002-2006); dotación presupuestaria: 17.500 millones de euros

- IPR Helpdesk, que ofrece asesoramiento sobre cuestiones de propiedad intelectual.
- Las actividades de fomento de un área europea de investigación (European Research Area, ERA).

Aunque las instituciones europeas están desarrollando un importante esfuerzo para fomentar la transferencia de tecnología entre universidades y empresas, el diseño, aplicación y seguimiento de las políticas de investigación e innovación son competencia de los gobiernos nacionales e incluso, en algunos casos, de los regionales. Por esta razón, será necesario centrar el análisis a nivel nacional y regional para obtener una mejor visión de las políticas que se desarrollan en Europa sobre transferencia de tecnología. Siguiendo a Rubiralta (2004) se diferencian cuatro modelos en Europa: modelo anglosajón, modelo nórdico, modelo centroeuropeo y modelo mediterráneo. A continuación se analizarán con detalle cada uno de estos modelos.

2.2. MODELOS EUROPEOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Para caracterizar los distintos modelos nacionales de transferencia de tecnología presentes en Europa se considerarán los siguientes elementos:

- Características generales del sistema de innovación y de la política de innovación.
- Características del modelo de transferencia de tecnología.
- Estructuras e instrumentos aplicados para el fomento de la transferencia tecnológica.

2.2.1. Modelo anglosajón

El modelo anglosajón de transferencia de tecnología se encuentra representado por el Reino Unido. Este modelo se identifica con países que poseen amplia trayectoria en gestión de la innovación, lo cual favorece la identificación de las mejores prácticas y una mejora de la eficiencia. Como consecuencia de ello, los instrumentos y estructuras diseñados para el fomento de la transferencia de tecnología se encuentran plenamente desarrollados (Rubiralta, 2004:141)

Características generales del sistema y de la política de innovación

Como se ha indicado anteriormente, Reino Unido ha sido tradicionalmente un país innovador, en el que con frecuencia se han llevado a cabo actividades de transferencia de tecnología desde las universidades a las empresas. En la actualidad

se encuentra en el quinto puesto en innovación²⁸ entre los 27 países de la UE (Comisión Europea, 2007c:5). En el sistema de innovación británico se pueden observar algunas características que favorecen la transferencia de la tecnología a las empresas, como un tejido empresarial de calidad y un alto nivel educativo (Comisión Europea, 2006a:214). Sin embargo, entre las debilidades del sistema se encuentra la tendencia en los últimos años a una reducción en la innovación financiada con capital privado, que se refleja además en una implicación de las pequeñas y medianas empresas en actividades de innovación inferior a la media europea (71% de la media europea) (Comisión Europea, 2006a:214).

La política de innovación que se lleva a cabo en Reino Unido se caracteriza por ser centralizada, ya que es dirigida por un departamento que se encarga de las actividades de comercio e industria (Department of Trade and Industry, DTI). Entre sus objetivos destaca el aumento de la competitividad y la excelencia científica como bases para conseguir niveles de crecimiento y productividad altos y sostenibles (Comisión Europea, 2006a:215). Para ello, se desarrollan políticas horizontales dirigidas al fomento de la producción de alta calidad, la obtención de logros científicos importantes y el mantenimiento y desarrollo de las infraestructuras de investigación. A estos objetivos se une el interés por lograr que la base científica responda a las necesidades de la economía para poder integrar en mayor medida a las empresas privadas en la inversión en actividades de I+D (Comisión Europea, 2008:15).

Características del modelo de transferencia de tecnología

El modelo de transferencia tecnológica anglosajón se basa en tres puntos fundamentales (Rubiralta, 2004:142): en primer lugar, los derechos de propiedad intelectual de los resultados de la investigación pertenecen a la universidad, con excepción de los derechos de copyright de actividades académicas tales como los libros, las publicaciones, las conferencias, etc. En segundo lugar, los beneficios que genere la explotación comercial de los resultados de la investigación, una vez deducidos los costes, se reparten por igual entre universidad, investigador y

²⁸ Un intento de valorar el grado de innovación de los países europeos es el Summary Innovation Index (SII), un índice que incorpora 25 variables que representan diferentes aspectos de la innovación. El SII se calcula para los 27 países miembros de la UE y para Croacia, Turquía, Islandia, Noruega, Suiza, Japón, Estados Unidos, Australia, Canadá e Israel. Los datos se recogen en el European Innovation Scoreboard (EIS) (para datos de 2007, ver Comisión Europea, 2007c), que ordena los países de acuerdo con su grado de innovación, medido a través del SII.

departamento al que éste pertenece. Por último, si en la comercialización ha participado algún agente externo, como una oficina de transferencia no adscrita a la universidad, éste también participa de los beneficios de la comercialización.

Estructuras e instrumentos de transferencia tecnológica

Rubiralta (2004:141) se basa en los sistemas de transferencia de tecnología de las universidades de Oxford, Cambridge, Southampton y Manchester para identificar las principales estructuras e instrumentos del sistema. Entre las estructuras se pueden señalar las oficinas de gestión de la innovación en las universidades, las oficinas de transferencia de tecnología y los parques científicos. Las oficinas de gestión de la innovación en las universidades se encuentran normalmente adscritas a éstas y tienen dos objetivos principales: 1) la gestión de los proyectos y contratos de investigación procedentes de otras entidades, como los Research Councils²⁹, las entidades sin ánimo de lucro y los Programas Marco de la Unión Europea; y, 2) la gestión económica de la innovación, es decir, la gestión de las licencias de patentes y otros derechos de propiedad.

Las oficinas de transferencia de la tecnología (en inglés, *Technology Transfer Offices*, TTO) pueden depender o no de las universidades, ya que, en algunos casos, como en el de la Universidad de Oxford, su actividad se ha externalizado. Su función se centra, por un lado, en la protección y comercialización de los resultados de la investigación mediante licencias de patentes, contratos de investigación o *spin-offs* universitarias; y por otro lado, en ofrecer consejo y ayuda a los investigadores para gestionar y comercializar los resultados de sus investigaciones.

En el caso de los parques científicos destaca el ejemplo del Cambridge Science Park, fundado por el Trinity College en 1970, que constituye un modelo internacional de funcionamiento de un parque científico, ya que en él se desarrollan fuertes enlaces entre la universidad y la industria, con la presencia, además, de empresas capital riesgo que financian nuevas iniciativas emprendedoras en la zona.

²⁹ Los Research Councils son organismos públicos dedicados a financiar la investigación en un campo concreto de conocimiento. Son siete: *Arts and Humanities Research Council*, *Biotechnology and Biological Sciences Research Council*, *Engineering and Physical Sciences Research Council*, *Economic and Social Research Council*, *Medical Research Council*, *Natural Environment Research Council* y *Science and Technology Facilities Council*.

En la actualidad se encuentran instaladas en él más de 90 empresas, centradas en los sectores de telecomunicaciones, biomedicina e informática.

Además de estas estructuras, el modelo anglosajón de transferencia de tecnología se caracteriza por desarrollar otros instrumentos de transferencia de tecnología, como la participación de las universidades en el capital de las empresas *spin-offs* y el establecimiento de medidas de promoción de la cultura emprendedora en la universidad. Entre éstas últimas destaca la creación del “University Entrepreneurship Centre” de la Universidad de Cambridge, que proporciona asesoramiento a los emprendedores de dicha universidad (Rubiralta, 2004, p.142).

La creación de *spin-offs* universitarias es, por tanto, un objetivo clave en el modelo anglosajón de transferencia. Existe una importante tradición en la creación de este tipo de empresas, lo que explica que los instrumentos y las estructuras necesarios para su desarrollo estén bien desarrollados.

2.2.2. El modelo nórdico

Los países más representativos del modelo nórdico de transferencia de tecnología son Finlandia y Suecia (Rubiralta, 2004:144). Ambos países tienen un gran éxito en innovación, siendo líderes europeos en esta actividad; así, los indicadores tecnológicos y de innovación de ambos países les sitúan en los primeros puestos en innovación entre los países europeos –Suecia ocupa el primer puesto en el European Innovation Scoreboard 2007 y Finlandia el tercero³⁰– (Comisión Europea, 2007c:5). Sin embargo, las estructuras e instrumentos para la transferencia tecnológica han sido desarrollados recientemente, e incluso en algunos casos no se encuentran plenamente desarrollados. Tanto Finlandia como Suecia basaron su crecimiento económico tradicionalmente en las materias primas y las manufacturas, pero desde hace algunos años han evolucionado hacia una economía que genera mayor valor añadido, basada, principalmente en la innovación y las nuevas tecnologías (Rubiralta, 2004:144).

Características generales del sistema y de la política de innovación

Tanto el sistema de innovación de de Finlandia como el de Suecia constituyen ejemplos de sistemas de innovación integrados y potentes. Si nos centramos, en primer lugar, en el sistema de innovación sueco, se puede señalar que su posición de liderazgo en innovación en la Unión Europea se ha basado, principalmente, en la

³⁰ Si se analizan únicamente los 27 países miembros de la UE, Finlandia ocupa el segundo puesto (Comisión Europea, 2007c; p.3)

concentración de la inversión privada en I+D en grandes empresas (Rubiralta, 2004:145). En la actualidad, el sistema de innovación sueco debe enfrentarse a tres retos principales: en primer lugar, fomentar la innovación en las pequeñas empresas para compensar un descenso que se ha producido en los últimos años en la actividad innovadora de las grandes empresas; en segundo lugar, promover las exportaciones intensivas en alta tecnología; y, finalmente, mejorar la cooperación y las interrelaciones en el sistema de innovación (Comisión Europea, 2006a:210). La política de innovación en Suecia no ha existido como tal hasta finales de los años 90, aunque la importancia de las actividades innovadoras como motor de la economía sueca se encuentra presente desde los años 70. En estos años, la gestión de las actividades innovadoras se ha basado, por un lado, en la política de crecimiento (Ministerio de Industria, Empleo y Comunicación), y por otro, en la política de investigación (Ministerio de Educación, Investigación y Cultura) (Comisión Europea, 2006a:211). En los últimos años, el gobierno sueco ha fomentado la coordinación entre ambas ramas de la política, con el objetivo de desarrollar una política de innovación integrada. Se considera que el punto de inflexión para el desarrollo de una política de innovación se encuentra en la publicación en 2004 del informe *Innovative Sweden* (Ministerio de Industria, Empleo y Comunicaciones y Ministerio de Educación, 2004), que refleja la estrategia de innovación que se ha seguido en Suecia desde entonces, que ha tenido por objetivo principal la integración de la política de investigación en la política de crecimiento. Esta estrategia se ha manifestado en la creación de la Agencia Sueca para los Sistemas de Innovación, VINNOVA³¹, en 2001, así como la creación de un consejo sobre política de innovación en 2004, que funciona como foro de debate de las actuaciones gubernamentales que pretenden favorecer la innovación como medio para conseguir crecimiento económico (Comisión Europea, 2006a:211).

El sistema de innovación finlandés, por su parte, constituye otro ejemplo de liderazgo en innovación a nivel europeo. De acuerdo con la Comisión Europea, no se puede detectar debilidad alguna en el sistema de innovación finlandés, y su reto principal para el futuro consistiría en mantener su liderazgo (Comisión Europea, 2006a:130). La política que rige el sistema de innovación finlandés se considera un ejemplo de política de innovación a largo plazo. Las claves de su éxito se encuentran, según la Comisión Europea, en la coordinación entre los diferentes agentes políticos (Consejo de Política Científica y Tecnológica de Finlandia –Science and Technology

³¹ <http://www.vinnova.se/In-English/>

Policy Council of Finland–), Tekes³² y la Academia de Finlandia (Academy of Finland), organizada a través de mecanismos de enlace entre ellos y participación en grupos de trabajo conjuntos que favorecen los flujos de información entre los distintos agentes (Comisión Europea, 2006a:130). Además, la política de innovación se encuentra sometida a continuos procesos de evaluación y comparación con las políticas de otros países y los cambios que se producen en el entorno, que permiten identificar sus debilidades y fortalezas y redirigirla hacia la consecución de los objetivos del sistema de innovación (Comisión Europea, 2006a:131).

Características del modelo de transferencia de tecnología

El modelo de transferencia de tecnología nórdico se caracteriza por una escasa tradición en el fomento de la transferencia tecnológica de la universidad a la industria, especialmente en el caso sueco (Rubiralta, 2004:144). Como consecuencia de ello, las tasas de creación de empresas *spin-offs* académicas y las licencias de patente han sido menores que en otros países. Ello se debe principalmente a que, como se señaló anteriormente, el sistema de innovación sueco se basa en la actividad de las grandes empresas, que llevan a cabo su propia inversión en I+D, con lo que la transferencia de tecnología desde las universidades tiene menor importancia. Además, como señala Rubiralta, hasta 1998 la legislación sueca sobre la propiedad intelectual de los resultados de investigación que se obtienen en la universidad concedía los derechos de explotación a los investigadores, lo cual, unido a los escasos incentivos a la comercialización presentes en la carrera académica, dieron lugar a una escasa predisposición de los investigadores a implicarse en la transferencia de tecnología. Esta situación cambió a partir de 1998, año en que entra en vigor una nueva ley que redefine la misión de la universidad, orientándola hacia la transferencia del conocimiento y la tecnología. A partir de este momento, las universidades suecas están obligadas a seguir una estrategia de colaboración con la sociedad, lo que se traduce en proyectos de colaboración para la investigación con la industria, asesoramiento, tesis doctorales en el seno de las empresas o laboratorios mixtos universidad-industria (Rubiralta, 2004:145).

³² Organismo gubernamental dedicado a la financiación de las actividades de innovación. <http://www.tekes.fi/eng/>

Estructuras e instrumentos de transferencia tecnológica

Rubiralta (2004), señala que en este modelo, a diferencia del anterior, no se han desarrollado suficientemente los instrumentos y las estructuras dedicadas a la transferencia de tecnología. Sin embargo, se pueden señalar varios organismos creados para el fomento de la transferencia. En el caso de Suecia, en los años 60 se fundó el INFOR, un instituto encargado de la utilización de los resultados de la investigación (VINNOVA, 2003:104). Posteriormente, en los años 70, se crearon en las universidades unidades de apoyo a la comercialización, encargadas de proporcionar apoyo a los investigadores durante las primeras etapas de la comercialización de los resultados. Este apoyo se traducía en consejos generales, evaluación inicial de las ideas, valoración de la patentabilidad de los resultados, comprobación de los mercados y la posibilidad de beneficio de la comercialización, ayuda financiera y gestión de los contratos con terceros, incluidas las licencias de patente (VINNOVA, 2003:104). A finales de los 80, el Consejo Sueco de Desarrollo Tecnológico (Swedish Board of Technical Development), actualmente denominado NUTEK, desarrolló el programa "Technopol", dirigido al fomento de las *spin-offs* universitarias (VINNOVA, 2003:106). Finalmente, otro organismo importante para la transferencia de tecnología en Suecia es la agencia gubernamental VINNOVA, una de las cuatro agencias dedicadas a la financiación de la inversión³³. Entre otras, desarrolla actividades dirigidas al fomento de la transferencia de tecnología en colaboración en el resto de agentes del sistema con el objetivo de conseguir que las actividades de I+D generen el mayor impacto económico posible. Para ello cuenta con la comisión VINNFORSK, encargada de la transferencia de tecnología desde las universidades a las empresas, especialmente a través de las licencias de patente y la creación de *spin-offs* universitarias (VINNOVA, 2003:39).

³³ Las otras tres son: Consejo Sueco de Investigación (Swedish Research Council) – financia la investigación básica en ciencias naturales, tecnología, medicina y ciencias sociales; Consejo Sueco para el Medio Ambiente, Ciencias Agrícolas y Planificación Espacial (Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning) (Formas) – financia la investigación básica y aplicada sobre medio ambiente y planificación espacial; Consejo Sueco para el Trabajo y la Investigación Social (Swedish Council for Working Life and Social Research) –financia la investigación básica y aplicada sobre mercado de trabajo, organización de empresas, bienestar social y relaciones sociales (Comisión Europea, 2008; p.15).

En el caso de Finlandia, cabe destacar el programa INNOSUOMI-INNOFINLAND, que tiene por objetivo el fomento de la transferencia de tecnológica desde las universidades y centros de investigación finlandeses (Comisión Europea, 2006a:132). Además, Tekes desarrolla también actividades dirigidas a la financiación de la investigación conjunta entre las universidades y la industria, así como actividades dirigidas al fomento de la transferencia de tecnología (Tekes, 2005).

La promoción de la creación de empresas *spin-offs* se puede considerar un objetivo relativamente reciente en el modelo nórdico, ya que, como se ha indicado anteriormente, éste se ha centrado en mayor medida en la innovación en las grandes empresas. Sin embargo, en los últimos años se han diseñado los instrumentos de apoyo para el fomento de las *spin-offs* y su número está aumentando de forma importante (Dahlstrand, 2007). Sin embargo, este modelo no está exento de críticas. Goldfard y Henrekson, por ejemplo, señalan que el modelo de innovación sueco no ha logrado eliminar las barreras existentes para la comercialización de tecnología por parte de los investigadores (Goldfard y Henrekson, 2003:640).

2.2.3. Modelo centroeuropeo

Siguiendo a Rubiralta, el tercer modelo de transferencia tecnológica que se puede identificar en Europa es el centroeuropeo, que se identifica con el sistema de innovación alemán, especialmente en los estados alemanes de Baden-Württemberg y Baviera. La característica diferencial de este modelo se basa en que la política de innovación y transferencia tecnológica es dictada desde instituciones federales y regionales (Länder), y que ambos niveles políticos actúan de forma coordinada para fomentar la transferencia de tecnología (Rubiralta, 2004:146).

Características generales del sistema y de la política de innovación

Alemania ha sido tradicionalmente uno de los países más innovadores de la Unión Europea y actualmente ocupa la cuarta posición entre los 27 países de la UE, de acuerdo con el Summary Innovation Index (Comisión Europea, 2007c:3). La Comisión Europea señala que las fortalezas del sistema de innovación alemán se centran en 1) su capacidad para crear conocimiento, 2) un tejido empresarial innovador y 3) una elevada tasa de creación de empresas. Sin embargo, se pueden detectar también algunas debilidades importantes: 1) debilidades relacionadas con los elementos de capital humano, que se deben especialmente a la escasez de graduados en ciencias y tecnología y en el rendimiento de la formación continua; y, 2) una importante escasez de capital-riesgo (Comisión Europea, 2006a:140). Este último problema tiene su origen en la crisis de las empresas punto-com, que provocó la

quiebra de numerosas empresas de capital-riesgo que habían sido creadas a partir de los años 80 con el apoyo de los gobiernos federal y regional (Comisión Europea, 2006a:141). Como respuesta a esta debilidad, el gobierno federal alemán ha desarrollado actividades dirigidas a su fomento, entre las que cabe destacar la creación del fondo de capital-riesgo High-Tech Start-up Fund (2005) y el rediseño de programas públicos de capital-riesgo (BTU, BTU Early Stage, KfW VC Programme).

En cuanto a las características de la política de innovación que desarrollan las instituciones alemanas, se puede señalar que ésta se caracteriza por su capacidad de adaptación, ya que las instituciones alemanas suelen recurrir a la comparación con otros sistemas de innovación y al aprendizaje de instituciones extranjeras, con el objetivo de mejorar continuamente el diseño de su política. Los puntos de referencia habituales son Japón y EEUU (Comisión Europea, 2006a:141). Los objetivos de la política de innovación son definidos de forma conjunta por las instituciones alemanas y los distintos agentes del sistema, incluyendo además el asesoramiento de expertos (Comisión Europea, 2006a:141). Sin embargo, la Comisión Europea señala que, a pesar de esta buena organización, la política de innovación alemana debe enfrentarse a algunos retos principales, entre los cuales se pueden destacar dos: 1) el sistema federal complica el diseño y la ejecución de la política, ya que las competencias en investigación y educación están repartidas entre los distintos niveles de gobierno; 2), como consecuencia de ello, existen numerosas agencias para la innovación derivadas de las distintas instituciones, lo cual puede generar una excesiva burocracia (Comisión Europea, 2006a:141). Ante ambos retos, es importante continuar desarrollando esfuerzos de coordinación de políticas entre los gobiernos.

De acuerdo con la Comisión Europea, se puede señalar que el diseño de la política de innovación alemana para los próximos años debe prestar atención a las siguientes cuestiones (Comisión Europea, 2006a:141):

- Mejorar las condiciones de financiación de las actividades de I+D e innovación, especialmente mediante el fomento del capital-riesgo.
- Mejorar la cualificación de la mano de obra: este objetivo se puede lograr a través de una mejora de la educación a los distintos niveles, un aumento del número de estudiantes en las ramas de ciencias y tecnología y una reforma de la educación universitaria dirigida a acortar la duración de las carreras y la incorporación de temas relacionados con la innovación en el currículo.
- Reducción de las barreras burocráticas.

- Continuar desarrollando reformas en el sistema público de investigación dirigidas al fortalecimiento de las relaciones con la industria y la mejora de la transferencia de tecnología. Este aspecto se desarrollará más adelante.

Características del modelo de transferencia de tecnología

El modelo de transferencia de tecnología alemán se considera un modelo de éxito, ya que existe una importante red de estructuras dirigidas a la transferencia de tecnología, lo cual permite obtener resultados importantes (Comisión Europea, 2006a:141). Además, el fomento de la transferencia de tecnología no ha surgido en Alemania como un objetivo reciente; por el contrario, la Fundación Steinbeis, una importante institución para la transferencia de tecnología, fue creada en 1971.

En 2001, el gobierno federal alemán lanzó la iniciativa “El conocimiento crea mercados” (Knowledge Creates Markets) que, entre otras medidas, supuso la reforma de la ley de propiedad intelectual, de modo que los derechos de explotación comercial de los resultados de la investigación universitaria financiada con fondos públicos pasan a las universidades (Ministerio Federal de Educación e Investigación, 2005:19).

Estructuras e instrumentos de transferencia tecnológica

En el análisis de las estructuras e instrumentos de transferencia de tecnología es necesario señalar que, dado que en Alemania existe un estado federal, en el modelo de transferencia de tecnología se podrán identificar estructuras e instrumentos federales y regionales. En este análisis nos centraremos en el estudio de los federales, ya que los regionales son muy variados y su descripción excedería los objetivos de este estudio.

Entre las agencias de transferencia de tecnología se pueden diferenciar tres tipologías (Ministerio Federal de Educación e Investigación, 2005:20).

1. Las oficinas de transferencia tecnológica, presentes en las universidades y centros públicos de investigación, de los que normalmente dependen. Estas oficinas, al igual que en otros países, se dedican a la gestión de las variadas actividades que implican transferencia de tecnología.
2. Las agencias para la comercialización de patentes (Patent Marketing Agencies), dedicadas únicamente, a diferencia de las anteriores, a la gestión de las patentes. Estas agencias, junto con las oficinas de transferencia de tecnología, constituyen la red TechnologieAllianz³⁴, cuyo

³⁴ <http://www.technologieallianz.de>

objetivo es la integración de las instituciones que participan en el sistema de innovación para fomentar la transferencia de tecnología. Las instituciones que pertenecen a TechnologieAllianz tienen por objetivo el fortalecimiento de las relaciones entre los inventores y los posibles usuarios de las innovaciones, ofreciendo a los posibles destinatarios una amplia variedad de invenciones patentadas, procedentes de las universidades y los centros de investigación.

3. Finalmente, se pueden identificar otras agencias de comercialización de patentes, dependientes, en general, de un centro de investigación. Entre estas últimas se pueden señalar Garching Innovations (GI), la sección de patentes y licencias de la Sociedad Max Planck; Asceni-on, dependiente de la Asociación Helmholtz y especializada en la transferencia de resultados de investigación en biología; y, finalmente, EMBLEM (EMBL Enterprise Management Technology Transfer GmbH), dependiente del Laboratorio Europeo de Biología Molecular.

Por otro lado, los organismos públicos de investigación, aunque no son propiamente estructuras de transferencia de tecnología, también pueden tener influencia sobre ésta. Entre los organismos públicos de investigación destacan las universidades, que constituyen la base del sistema de investigación alemán, y los centros de investigación no universitarios, cuyos máximos exponentes son los centros Max Planck Gesellschaft (MPG), Helmholtz Gemeinschaft (HGF), Fraunhofer Gesellschaft (FhG) y Leibnitz Gesellschaft (WGL).

En cuanto a los instrumentos diseñados para el fomento de la transferencia de tecnología, son muy variados. Cabe destacar, por su importancia para la transferencia de tecnología que se lleva a cabo mediante la creación de empresas *spin-offs*, el programa EXIST³⁵, creado por el Ministerio Federal de Educación e Investigación y dirigido al fomento de la empresarialidad en la universidad y al aumento del número de empresas creadas por las instituciones de investigación.

La creación de *spin-offs* universitarias se puede considerar un objetivo tradicional en el sistema de innovación centroeuropeo y, como consecuencia, los instrumentos y estructuras necesarios para su fomento se encuentran plenamente desarrollados. Su único punto débil es la escasez de fondos de capital riesgo, pero como se ha indicado, ya se han creado iniciativas públicas destinadas a solucionarlo.

³⁵ <http://www.exist.de/>

2.2.4. Modelo mediterráneo

De acuerdo con Rubiralta, el cuarto modelo de transferencia de tecnología presente en Europa es el mediterráneo, con el que se pueden identificar los sistemas de transferencia presentes en Francia, Italia y España. La característica diferencial de este modelo con respecto a los anteriores se basa en una mayor importancia de las estructuras centralizadas de investigación (CNRS en Francia, CNR en Italia y CSIC en España) frente a la actividad de las universidades y otros centros de investigación. Por otro lado, aunque los tres países tienen una diferente capacidad científica –en la que destaca especialmente Francia–, presentan importantes rasgos comunes, como una alta producción científica en revistas internacionales y una política de transferencia de tecnología similar (Rubiralta, 2004:146). En cuanto a esta última, a diferencia de los modelos centroeuropeo y nórdico, en los países que se identifican con el modelo mediterráneo existe una baja tendencia a transferir conocimiento mediante patentes, mientras que la creación de empresas *spin-off* universitarias es un fenómeno reciente (Rubiralta, 2004:146).

Características generales del sistema y de la política de innovación

A pesar de las similitudes en sus modelos de transferencia de tecnología, se puede señalar que existen importantes diferencias en los sistemas de innovación de Italia, Francia y España. Así, mientras Francia supera la media de innovación de la UE, ocupando la novena posición en el European Innovation Scoreboard 2007, Italia se encuentra por debajo de la media, en el puesto número 12 y España en el 14 (Comisión Europea, 2007c:5).

Al analizar el sistema de innovación francés se observa que, a pesar de contar con un sólido sistema de I+D, Francia debe enfrentarse a algunos retos futuros para lograr un sistema de innovación que le permita mantener la competitividad a largo plazo (Comisión Europea, 2006a:135). Estos retos son tres: en primer lugar, incrementar el gasto de las empresas en I+D, especialmente mediante el fomento de la cooperación entre los organismos públicos de investigación y las empresas privadas; fomentar las innovaciones no tecnológicas entre las empresas; y finalmente, mejorar la formación continua (Comisión Europea, 2006a:135).

En cuanto a la política de innovación que se lleva a cabo en Francia, la Comisión Europea (2006a:136) señala que, a pesar de ser una de las primeras que se diseñaron en Europa, la implantación de la misma ha resultado menos beneficiosa de lo que cabría esperar. Por ello, se plantea la necesidad de llevar a cabo una reforma

de la política de innovación, principalmente enfocada a la consecución de tres objetivos, entre los que se encuentran:

1. El seguimiento y mejora continuos de las políticas, dado que existen pocos indicadores que permitan evaluar las medidas establecidas.
2. Se plantea la necesidad de comparar las políticas propias con las de otros países (*benchmarking*).
3. La dispersión de los actores del sistema de innovación hace necesaria una reorganización de los mismos, así como una reforma de las estructuras que permitan lograr un entorno más favorecedor para la innovación (Comisión Europea, 2006a:136). Entre las reformas legales recientes que afectan al sistema de innovación, cabe destacar la entrada en vigor en 2007 de una nueva ley de universidades (Loi Relative aux Libertés et Responsabilités des Universités, LRU), que les otorga autonomía para gestionar sus recursos humanos y facilita su acceso a la financiación privada (Comisión Europea, 2008:8).

Para el caso de Italia, la Comisión Europea (2006) señala que el sistema de innovación debe hacer frente a diversos problemas, que provocan, como se ha indicado anteriormente, que el nivel de innovación del país se encuentre por debajo de la media de la Unión Europea. Así, entre los problemas principales se señalan la escasez de graduados en ramas científicas y de titulados universitarios; el reducido gasto en I+D de las empresas privadas; el colapso del sistema de capital-riesgo; y la necesidad de una política de innovación coherente y coordinada que permita mejorar la eficiencia en la asignación de recursos (Comisión Europea, 2006a:160). Teniendo en cuenta estos problemas, el Plan Nacional de Investigación (2005-2007) ya planteaba tres líneas de acción estratégica:

1. El refuerzo de la base científica, con objetivos tales como la excelencia, la internacionalización y la valorización del capital humano.
2. El fortalecimiento de la tecnología presente en el sistema productivo, con el objetivo de mantener la competitividad a largo plazo.
3. El apoyo a la participación activa en programas europeos y acuerdos internacionales sobre innovación.

Según la Comisión Europea, las acciones futuras de la política de innovación italiana deben mantener una fuerte visión estratégica y una clara perspectiva, de modo que se puedan lograr los objetivos marcados a largo plazo. Para ello es necesario

reorganizar el sistema de incentivos, asegurar las sinergias entre los agentes del sistema y favorecer la generación de un círculo virtuoso en el mismo. Además, los ministerios implicados en la gestión de la innovación deben actuar de modo conjunto, de forma que no se solapen las competencias y las medidas que llevan a cabo cada uno de ellos (Comisión Europea, 2006a:161).

En el caso de España, la Comisión Europea señala que las características tradicionales del sistema de innovación español han sido un escaso nivel de inversión en I+D y una clara localización de las actividades de investigación en el entorno universitario, y no el empresarial. Así, los organismos públicos de investigación – incluyendo las universidades– abarcaban en 2005 el 85% del gasto en I+D, mientras que las empresas privadas tenían un papel marginal (Comisión Europea, 2008:2). En la actualidad, se plantean cinco retos principales para el sistema de innovación español:

1. Superar el bajo nivel de inversión en I+D y alcanzar un tamaño crítico en el sistema nacional de ciencia y tecnología (Comisión Europea, 2008:2). Entre las causas que provocan el bajo nivel de inversión en I+D se encuentran el reducido tamaño medio de las empresas españolas, la escasez de multinacionales, el antiguo proteccionismo de los mercados y la importancia del sector servicios en el sistema productivo (Comisión Europea, 2008:2). El tamaño crítico, por otro lado, no se ha alcanzado debido, entre otras causas, a los escasos niveles de esfuerzo en I+D que se han realizado hasta ahora, y a la dispersión de la I+D pública entre un gran número de “prioridades”, que han llevado a una política de “dar algo para cada uno”, opuesta a una política centrada en unas pocas prioridades.
2. Superar la falta de coordinación (solapamientos y duplicaciones) y lograr la estabilidad en las medidas políticas y las agencias públicas (Comisión Europea, 2008:2). La descentralización de las competencias resulta beneficiosa, al permitir que los agentes locales tengan mayor peso en el diseño y aplicación de las políticas públicas; sin embargo, una dispersión excesiva puede suponer un problema para poder llevar a cabo políticas estables, a largo plazo y coordinadas (OCDE, 2007:91).
3. Integrar la investigación pública y privada. Según la OCDE, la política de I+D española se ha caracterizado tradicionalmente por la desconexión entre las políticas dirigidas a la innovación en la empresa y las enfocadas a la base científica (OCDE, 2007:89). Como consecuencia, las universidades y

el sector productivo se han comportado como agentes independientes, con escasos vínculos entre sí (Comisión Europea, 2008:2).

4. Promover un sistema de incentivos basado en la excelencia y los méritos para la investigación y la formación de futuros investigadores (Comisión Europea, 2008:2). De acuerdo con la Comisión Europea se pueden señalar que, por un lado, el empleo es inestable, mal pagado y poco seguro; y por otro, el sistema de investigación presenta un importante nivel de endogamia, de modo que, en ocasiones, los buenos contactos pueden llegar a ser más importantes que los méritos (Comisión Europea, 2008:2).
5. Desarrollar la evaluación sistemática de las actuaciones políticas y las actividades de los organismos de investigación para tener más información sobre la necesidad de mantenerlas o modificarlas (Comisión Europea, 2008:2).

Características del modelo de transferencia de tecnología

Dos características principales del modelo mediterráneo de transferencia de tecnología son: 1) su menor propensión al uso de las patentes y licencias como instrumento de transferencia, lo cual contrasta con otros modelos como el nórdico y el estadounidense; y 2) la creación de empresas *spin-offs* universitarias constituye un fenómeno reciente (Rubiralta, 2004:147). La transferencia de tecnología en este modelo es escasa en relación a otros modelos y se centra principalmente en las publicaciones y los mecanismos informales.

Por otro lado, las estructuras de transferencia de tecnología más importantes son las oficinas de transferencia tecnológica, individualizadas para cada centro de investigación. A pesar de la importancia que tienen para el sistema, las oficinas de transferencia del modelo mediterráneo adolecen de importantes debilidades: disponer de un reducido número de personal y tener una especialización en gestión baja, con una cultura insuficiente para valorar los resultados de la I+D pública (Rubiralta, 2004:147).

Estructuras e instrumentos de transferencia tecnológica

Si nos centramos, en primer lugar, en las estructuras e instrumentos de transferencia de tecnología en Francia, hay que señalar los organismos públicos de investigación, entre los que destacan las universidades y el CNRS³⁶ (Centre National

³⁶ <http://www.cnrs.fr/>

de la Recherche Scientifique). El CNRS es el organismo público de investigación. Su objetivo es producir conocimiento y ponerlo al servicio de la sociedad. Además la ANR³⁷ (Agence Nationale de la Recherche), es el organismo público encargado de financiar los proyectos de investigación en las universidades y centros de investigación.

FIST SA³⁸ (France Innovation Scientifique et Transfer) es el organismo dedicado a la transferencia de los resultados que obtiene el CNRS. Es una filial de CNRS y ANVAR (Agence Nationale de Valorisation de la Recherche) y entre sus actividades destaca la gestión de la comercialización de los inventos y el asesoramiento sobre tecnología a los jóvenes. Por otro lado, OSEO³⁹ es el organismo público dedicado al fomento de la innovación entre las pequeñas y medianas empresas. Entre sus funciones destaca la financiación de los proyectos innovadores, ya sea con financiación propia o facilitando el acceso al crédito bancario.

En cuanto a los instrumentos de la transferencia de tecnología en Francia, como se ha indicado anteriormente, se centran especialmente en la actividad de las oficinas de transferencia de tecnología de cada universidad y centro de investigación. También se lanzan programas nacionales, como, por ejemplo, el concurso nacional de creación de empresas de base innovadora, realizado desde 1999 por el Ministerio de Educación Superior y de Investigación, y financiado conjuntamente por ANR y OSEO.

En el caso italiano, entre las agencias dedicadas al fomento de la transferencia de tecnología destaca RIDITT⁴⁰ (Rete Italiana per la Diffusione dell'Innovazione e il Trasferimento Tecnologico alle Imprese). Este organismo, creado en 2003 por el Ministerio de Desarrollo Económico, tiene por objetivo la mejora de la competitividad del sistema productivo a través de fortalecimiento y la integración de los servicios de innovación. Los centros de investigación principales son las universidades y el CNR⁴¹ (Consiglio Nazionale delle Ricerche), un organismo público cuyos objetivos son, por un lado, la promoción, difusión y transferencia de las actividades de investigación en las principales áreas de conocimiento, y por otro, su aplicación para lograr el desarrollo del país.

³⁷ <http://www.agence-nationale-recherche.fr/>

³⁸ <http://www.fist.fr/>

³⁹ <http://www.oseo.fr/>

⁴⁰ <http://www.riditt.it/page.asp>

⁴¹ <http://www.cnr.it/sitocnr/Englishversion/Englishversion.html>

En España, las principales estructuras del sistema de innovación dirigidas al fomento de la transferencia de tecnología son cinco (OCDE, 2007:150):

1. Oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRIs): Surgen en 1988 con el objetivo de promocionar la colaboración entre investigadores y empresas en actividades de I+D y se agrupan en la RedOTRI. Sus actividades se dirigen a la gestión de los contratos de I+D+I, la protección de la propiedad intelectual y el fomento de las *spin-offs* universitarias.
2. Centros tecnológicos (CTIs): Los centros tecnológicos y de innovación son entidades privadas sin ánimo de lucro que proporcionan servicios tecnológicos y de innovación. Se agrupan en la Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología (FEDIT).
3. Parques científicos y tecnológicos: Se pueden definir como proyectos asociados a un espacio físico, relacionados con universidades y organismos públicos de investigación que tienen por objetivo la creación de empresas de base tecnológica y el fomento de la transferencia de tecnología (OCDE, 2007:152).
4. Fundaciones: Son entidades sin ánimo de lucro de dependen de entidades de financiación pública o privada. Aunque sus objetivos son variados, destaca el fomento de la transferencia de tecnología. Como ejemplos de fundaciones se encuentran la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) y las Fundaciones Universidad-Empresa (FUEs).
5. Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial: es un organismo público empresarial dependiente del MITYC, que tiene por objetivo la promoción de la innovación entre las empresas españolas..

Además de estas estructuras, el resto de agentes del sistema también ejerce influencia sobre la transferencia de tecnología. Así, se pueden destacar las actuaciones de los agentes generadores de conocimiento (universidades y organismos públicos de investigación) y de las grandes instalaciones científicas (GIC)⁴².

⁴² Se entiende por gran instalación científica aquella instalación que es única o excepcional en España. Son instalaciones que requieren importantes costes de inversión pero que se consideran necesarias para el desarrollo de la investigación. Ejemplos de grandes instalaciones científicas son las bases españolas en la Antártida, el buque de investigación oceanográfica Hespérides y la plataforma solar de Almería.

En cuanto a los instrumentos de transferencia, la OCDE destaca los siguientes (OCDE, 2007:156-158): 1) Programa para el estímulo de la transferencia de resultados de investigación (PETRI); 2) Programa para la financiación de proyectos científico-tecnológicos singulares y estratégicos, cuyo objetivo es una mayor integración de los agentes científico-técnicos y una mejora de la transferencia de tecnología en actividades estratégicas; 3) equipamiento e infraestructuras en parques científico-tecnológicos; 4) acciones encaminadas al desarrollo y fortalecimiento de las OTRIs; 5) Créditos bancarios tecnológicos para proyectos que fomenten la interacción entre el sector público y privado; 6) proyectos incluidos dentro del Programa CENIT, que pretende fomentar la creación de *clusters* innovadores y el establecimiento de vínculos entre los sectores público y privado.

La creación de *spin-offs* universitarias es un objetivo relativamente reciente en el modelo mediterráneo de transferencia de tecnología. Como consecuencia de ello, las estructuras y los instrumentos de promoción han sido desarrollados principalmente en los últimos años. Aunque la creación de *spin-offs* universitarias presenta importantes diferencias en los tres países analizados, se puede señalar que es un fenómeno que cobra cada vez mayor importancia en todos ellos.

3. POLÍTICAS DE FOMENTO DE LAS SPIN-OFFS ACADÉMICAS. MODELOS DE INCUBACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA

Desde los años 80, las universidades europeas han establecido estructuras e instrumentos dirigidos al fomento de la transferencia de tecnología hacia las empresas. Así, a lo largo de los últimos veinte años se han establecido oficinas de transferencia de tecnología en casi todas las universidades europeas. Los últimos años ha cobrado importancia la creación de *spin-offs* académicas como instrumento de transferencia frente a las licencias de patente, por lo que se han creado nuevos instrumentos dirigidos a la promoción de este tipo de empresas en la universidad. Entre ellos destacan los parques tecnológicos, las incubadoras de empresas y las redes de cooperación con empresas de capital-riesgo (Rasmussen, 2008:2).

Aunque la promoción de la creación de empresas *spin-offs* por parte de las universidades es una tendencia general en Europa, no todas las universidades dedican el mismo nivel recursos a la creación de *spin-offs* académicas, ni establecen las mismas estrategias para fomentarlas. Se pueden identificar diferentes modelos – que, de acuerdo con Clarysse et ál. (2005), llamaremos modelos de incubación– según la financiación, la organización, los recursos humanos, la tecnología y las

infraestructuras. Además, se ha observado que tanto el número de *spin-offs* creadas como las características que éstas presentan son diferentes en cada modelo (Mustar et ál., 2006:295). Asimismo, se observa que el entorno de la universidad es un aspecto determinante en la elección de la estrategia, ya que ésta debe ser coherente con las características del entorno que rodea la universidad.

Basándonos en el concepto de incubadora de Bergek y Norman (2008:20), se puede definir una estrategia o modelo de incubación como un conjunto de estructuras e instrumentos creados por una universidad con el objetivo de generar un entorno propicio para el surgimiento de nuevas *spin-offs* universitarias. Clarysse et ál. (2005) diferencian cinco modelos de incubación en las universidades y centros de investigación europeos. Tres de ellos se denominan “modelos de referencia” y los dos restantes se consideran “situaciones sub-óptimas”. Los modelos de referencia son:

- Modelo de selección baja (*low selective model*).
- Modelo de apoyo (*supportive model*).
- Modelo de incubadora (*incubator model*).

Cada uno de estos modelos se corresponde con una estrategia diferente, e implica una dotación distinta de recursos. A continuación se identifican estos modelos de incubación, analizando para uno de ellos los siguientes aspectos:

- Las características del proceso de creación de la *spin-off*.
- Los recursos empleados.
- Estrategia.
- Resultados conseguidos.
- Papel del entorno.

Las situaciones sub-óptimas se producen cuando la estrategia de incubación de *spin-offs* no obtiene los resultados esperados. De acuerdo con Clarysse et ál. (2008:105) se pueden identificar dos tipos:

- Estrategias deficientes en recursos.
- Estrategias deficientes en competencias.

3.1. MODELO DE SELECCIÓN BAJA

El modelo de selección baja tiene por objetivo maximizar el número de *spin-offs* académicas. La universidad apenas selecciona entre los distintos proyectos que se le plantean (Clarysse et ál., 2005:193).

Los referentes de este modelo son la Universidad de Twente, en Holanda y Crealys, en Francia. De acuerdo con Breznitz et ál., el equivalente de este modelo en EEUU sería el MIT en Boston, ya que su estrategia de incubación se caracteriza un escaso nivel de selectividad de proyectos y baja dotación de recursos para apoyar a las nuevas *spin-offs* (Breznitz et ál., 2008:141).

3.1.1. Características del proceso de creación de las *spin-offs*

Los modelos de incubación presentan diferencias en cuanto a las actividades que desarrollan en diferentes momentos del proceso de creación de las *spin-offs*. Éstos son: la identificación de la oportunidad; la estrategia de selección de los proyectos; la evaluación de los derechos de propiedad intelectual y su protección; la incubación y el desarrollo del plan de negocio; el proceso de financiación; y el seguimiento de la empresa tras su creación.

Identificación de la oportunidad

Como se ha señalado anteriormente, el objetivo de las universidades que se identifican con este modelo es maximizar el número de *spin-offs*; este objetivo se traduce en el fomento de la propensión a crear empresas por la comunidad universitaria (estudiantes, investigadores y profesores). Por ejemplo, en el caso de la Universidad de Twente, se puede observar que la posibilidad de crear una empresa se encuentra presente tanto entre los estudiantes como entre los profesores (Clarysse et ál., 2005:193). Como consecuencia, los miembros de la comunidad universitaria se encuentran abiertos a identificar oportunidades empresariales. Este estado de alerta ante la identificación de oportunidades tecnológicas se refleja también en el análisis que Van Burg et ál. desarrollan de la Universidad de Eindhoven, en la que, de acuerdo con los autores, se potencia la cultura empresarial de la comunidad universitaria para que puedan identificar oportunidades, momento en el cual se dirigirán a las estructuras de incubación para contrastar las posibilidades de explotación de dicha oportunidad y recibir asesoramiento en el proceso de creación de la empresa (Van Burg et ál., 2008:121).

Selección de los proyectos

Los criterios de selección de los proyectos de creación de *spin-offs* que se van a fomentar son muy pocos, de modo que se promueve un gran número de proyectos. Además, al contrario que en otros modelos en los que no se impulsa la creación de la empresa hasta que la tecnología que se va a explotar no ha sido adaptada para su comercialización, en el caso del modelo de selección baja éste no es un requisito importante. Crealys, por ejemplo, basa su selección de los proyectos en dos criterios: 1) los proyectos tienen que estar basados en un desarrollo tecnológico; y, 2) las nuevas empresas tienen que estar dispuestas a cooperar en el futuro con la organización de origen. No se incluyen criterios económicos o financieros; aunque la forma en que se presente el plan tiene gran importancia para su selección final (Clarysse et ál., 2005:194).

Evaluación y protección de los derechos de propiedad intelectual

En el caso de las *spin-offs* creadas en este modelo de incubación, la propiedad de una patente no es un aspecto importante; por el contrario, sólo una pequeña proporción de las *spin-offs* creadas en la Universidad de Twente, por ejemplo, tienen por objetivo la explotación comercial de una patente de su propiedad. Ello es consecuencia de que la creación de *spin-offs* en este modelo es más el fruto de la orientación empresarial de la universidad que una estrategia de comercialización de los resultados de la investigación (Clarysse et ál., 2005:195).

Incubación y desarrollo del plan de empresa

El apoyo de la universidad en este modelo de incubación se suele centrar en las etapas iniciales del desarrollo de la empresa (umbral de credibilidad), de modo que no sea necesario dedicar excesivos recursos a su fomento (Clarysse et ál., 2005:195).

Financiación

Tanto Crealys como la Universidad de Twente dedican recursos a la financiación de las primeras etapas de las empresas *spin-offs*. En el caso de Twente, estos recursos se conceden como préstamos que tienen gran importancia para la subsistencia de la empresa en los primeros años de actividad (Clarysse et ál., 2005:195).

Seguimiento de la spin-off tras su creación

Tanto las actividades de promoción como la selección de los proyectos empresariales en este modelo se centran, como se ha indicado, en las primeras etapas de funcionamiento de la *spin-off*. Como consecuencia, la evolución de la empresa en los años siguientes no es objeto de atención por parte de la universidad y

en muchos casos la empresa no llega a crecer ni a generar un número importante de empleos (Clarysse et ál., 2005:195).

3.1.2. Recursos empleados

Siguiendo a Clarysse et ál. (2005:200) se pueden señalar las siguientes características de los recursos empleados en este modelo de incubación:

- Recursos organizativos: Este modelo se caracteriza porque las estructuras encargadas del fomento de la creación de las *spin-offs* son independientes de las oficinas de transferencia de tecnología; a diferencia de éstas, su misión se centra en el fomento de la creación de empresas en la universidad.
- Recursos humanos: suelen ser escasos y su formación se centra especialmente en el conocimiento de las ayudas públicas a este tipo de empresas.
- Recursos tecnológicos: en este caso las organizaciones de fomento de la creación de *spin-offs* no suelen tener una orientación tecnológica, ya que su misión es maximizar el número de empresas, independientemente de la tecnología que desarrollen.
- Recursos físicos: tanto el espacio de oficina como la infraestructura de las organizaciones de fomento de la creación de *spin-offs* dependen de la universidad y se consideran determinantes para la generación de *spin-offs*.
- Recursos financieros: las organizaciones de fomento de la creación de *spin-offs* en este modelo suelen disponer o bien de acceso a fondos públicos, que distribuyen en forma de créditos a las *spin-offs*, o de contactos con iniciativas públicas de financiación.
- Recursos de pertenencia a redes: las organizaciones que fomentan la creación de *spin-offs* en este modelo se integran en redes formadas por centros de investigación y organismos públicos que fomentan la innovación.

3.1.3. Estrategia y resultados

La estrategia de incubación en el modelo de selección baja se basa, como se ha indicado anteriormente, en crear el mayor número de *spin-offs* posible. Ello tiene dos consecuencias principales (Clarysse et ál., 2005:204): 1) muchas empresas se orientan hacia los servicios y la consultoría, por lo que ni necesitan importantes dotaciones de capital, ni resultan atractivas para las empresas de capital-riesgo, lo que

provoca que la financiación pública tenga una importancia especial en este tipo de empresas; 2) los empresarios suelen tener por objetivo el autoempleo, por lo que la empresa raramente crecerá ni abarcará un mayor mercado que el regional o nacional.

3.1.4. Importancia del entorno

Se pueden señalar varios aspectos del entorno que pueden influir sobre el establecimiento de un determinado modelo de incubación en la universidad. En este sentido, la existencia de tasas importantes de desempleo puede ser un aspecto determinante para la elección de un modelo de selección baja, ya que puede influir sobre la fijación del objetivo de maximizar el número de empresas creadas, lo cual permite a los graduados de la universidad tener un empleo como graduado y permanecer en el territorio. Por ejemplo, la región de Twente presentaba a finales de los años 70 un problema de desempleo que puede ser un factor explicativo de la orientación de su universidad hacia la creación de empresas (Clarysse et ál., 2005:207). En cambio, otros aspectos del entorno como la legislación de los derechos de propiedad intelectual, parecen no tener influencia sobre el establecimiento de este modelo (Clarysse et ál., 2005:207).

3.2. MODELO DE APOYO

Clarysse et ál. (2005:195) utilizan la denominación “modelo de apoyo” por el alto grado de colaboración entre la universidad y el equipo promotor de la *spin-off* durante las etapas previas al establecimiento de la empresa. En este modelo, el objetivo es crear empresas *spin-offs* como medio de comercialización de los resultados de investigación alternativo a las licencias de patente.

Los referentes de este modelo son la oficina de transferencia de tecnología de la Universidad Católica de Lovaina y BioM, este último un instituto dedicado al fomento de las *spin-offs* biomédicas en el área de Munich. BioM, a diferencia de los casos anteriores, no depende de ninguna universidad ni centro de investigación.

3.2.1. Características del proceso de creación de las *spin-offs*

Identificación de la oportunidad

El proceso de reconocimiento de la oportunidad es diferente en este caso al del modelo de selección baja; mientras en este último tanto los investigadores como los alumnos de la universidad estaban continuamente alerta para detectar nuevas oportunidades, en el caso del modelo de apoyo la identificación de la oportunidad es indirecta (Clarysse et ál., 2005:196). Los investigadores recurren a la oficina de transferencia de tecnología (o estructura equivalente) buscando ayuda para gestionar

la comercialización de sus resultados de investigación. Éstos son analizados por la oficina de transferencia de tecnología, que valorará qué mecanismo de comercialización es más adecuado de acuerdo con sus características, recomendando al equipo investigador desarrollar la comercialización a través de una licencia o de la creación de una empresa.

Selección de los proyectos

En este modelo de incubación, la selección de los proyectos que se van a incentivar se articula en torno a un mayor número de criterios que en el modelo anterior. Así, en este caso, además de ser proyectos que permitan fomentar la creación de empresas en el territorio, la elección de la creación de una empresa *spin-off* en lugar del establecimiento de una licencia debe estar justificada. Como consecuencia, las universidades que sigan este modelo de incubación darán su apoyo a un menor número de proyectos que las que se identifican con el modelo anterior.

Evaluación y protección de los derechos de propiedad intelectual

La gestión de los derechos de propiedad intelectual tiene, en este modelo, una importancia crucial. Se puede señalar que, en el caso de la Universidad de Lovaina, la oficina de transferencia de tecnología dispone de un equipo altamente profesionalizado dedicado a la gestión de los derechos de propiedad intelectual (Debackere, 2000:327). En el caso de BioM, aunque no cuentan con servicio de gestión de los derechos de propiedad intelectual, sí reciben asesoramiento externo de expertos en este tema (Clarysse et ál., 2005:196).

Incubación y desarrollo del plan de empresa

Tanto las actividades de incubación de la *spin-off* como el apoyo para diseñar el plan de empresa, son actividades clave en este modelo, y a las que las universidades prestan especial atención. De este modo, se puede señalar que la oficina de transferencia ayuda al equipo promotor en la redacción de su plan de empresa que, en ocasiones, es presentado a representantes de empresas de capital-riesgo vinculadas con la universidad. El proceso de incubación, por otro lado, puede tener lugar en incubadoras de la propia universidad, o bien en incubadoras independientes con las que la universidad haya establecido convenios de colaboración. Éste es el caso de la Universidad de Lovaina (Debackere, 2000:327; Clarysse et ál., 2005:197).

Financiación

Los medios de financiación de las *spin-offs* son, en este modelo variados, aunque la financiación que recibe la empresa siempre es mayor que en el modelo anterior. Se puede señalar que las *spin-offs* tienen acceso a fondos públicos, aunque en muchos casos éstos no son suficientes, por lo que se recurre a bancos o empresas de capital-riesgo. En el caso de la Universidad de Lovaina, por ejemplo, disponen de un fondo propio de capital-riesgo (Debackere, 2000:327). A cambio de la financiación, la universidad mantiene una participación en el capital de la *spin-off* académica que, por ejemplo, en el caso de BioM, suele ser del 7% (Clarysse et ál., 2005:197).

Seguimiento de la spin-off tras su creación

Dadas las características de este modelo, y a que la universidad suele mantener una participación en el capital de la *spin-off*, se considera que aquélla realiza un proceso de seguimiento de la evolución de la empresa en los años siguientes a su creación.

3.2.2. Recursos empleados

Se pueden señalar las siguientes características de los recursos empleados en este modelo de incubación (Clarysse et ál., 2005:201-202; Debackere, 2000:327):

- Recursos organizativos: Los servicios de fomento de las *spin-offs* académicas son, en este modelo, más independientes de las organizaciones de origen que en el modelo anterior, tanto en la gestión de los recursos humanos como en la gestión del capital financiero.
- Recursos humanos: se caracterizan por estar compuestos por equipos multidisciplinares, cuyos integrantes tiene competencias para gestionar la propiedad intelectual, los contratos de investigación y el fomento de las *spin-offs*. Además, los equipos están formados por unas 15 personas, de las cuales al menos tres o cuatro se dedican exclusivamente a las *spin-offs*. La formación del personal suele incluir experiencia profesional o licenciatura en gestión de empresas
- Recursos tecnológicos: en este modelo, las oficinas de transferencia suelen disponer de recursos tecnológicos, ya que su actividad se concentra en el fomento de las empresas de determinados sectores de actividad. En el caso de BioM, se centran en empresas biomédicas, y en el caso de la Universidad de Lovaina, suelen fomentar la creación de empresas dedicadas a las nuevas tecnologías o a actividades biomédicas

- Recursos físicos: a diferencia del modelo de incubación anterior, en el modelo de apoyo los recursos físicos se encuentran más desarrollados, de modo que las universidades suelen disponer de incubadoras propias, o en su defecto, tienen convenios de colaboración con incubadoras y centros tecnológicos independientes.
- Recursos financieros: los recursos financieros de los que disponen los servicios de promoción de las *spin-offs* en este modelo son más variados que en el anterior. Así, por ejemplo, BioM, además de financiarse a través de recursos públicos, recibe financiación de empresas privadas del sector de la biomedicina
- Recursos de pertenencia a redes: el modelo de apoyo se caracteriza, entre otros aspectos, por encontrarse muy influenciado por el entorno empresarial, por lo que la pertenencia a redes empresariales tendrá una gran importancia para su funcionamiento.

3.2.3. Estrategia y resultados

El modelo de incubación de apoyo, al plantear una estrategia de promoción diferente al modelo de selección baja tendrá, como consecuencia, resultados distintos, a la vez que será necesario dedicar una diferente dotación de recursos. Los recursos necesarios para el funcionamiento del modelo ya han sido analizados, y se puede señalar a modo de conclusión, que son mayores que en el modelo anterior. Como resultado, el modelo pretende obtener *spin-offs* viables, que puedan colaborar con la universidad y que permanezcan en el territorio fomentando su desarrollo económico (Clarysse et ál., 2005:205).

3.2.4. Importancia del entorno

Como se ha señalado anteriormente, las dinámicas del entorno empresarial influyen de forma determinante en el establecimiento de un modelo de incubación de apoyo, ya que la posibilidad de contar con redes de colaboración será un aspecto importante para el funcionamiento adecuado de la oficina de transferencia. Además, este modelo se verá influenciado por los cambios legales que afecten a la propiedad intelectual de los resultados de la investigación, ya que de éstos dependerá que se elija la creación de una *spin-off* o la licencia de patente como mecanismo de comercialización (Clarysse et ál., 2005:205).

3.3. MODELO DE INCUBADORA

El modelo de incubadora toma su nombre de las incubadoras de empresas, estructuras que surgen a principios de los años 90 con el objetivo de fomentar la creación de empresas financieramente atractivas. Las incubadoras de empresas pueden ser creadas por universidades, consorcios de empresas o gobiernos regionales o locales interesados en el fomento de la creación de empresas innovadoras.

Clarysse et ál. (2005:197) identifican tres ejemplos de este modelo de incubación de *spin-offs*: IMEC (InterUniversity Institute for Microelectronics), en Lovaina; TTP (The Technology Partnership), en Cambridge, Reino Unido; y Scientific Generics, también localizado en Cambridge. Entre las universidades estadounidenses, la Universidad de Yale podría asimilarse a este modelo, ya que presenta altos niveles de selectividad de proyectos de creación de *spin-offs*, proporcionando importantes recursos de apoyo para de los proyectos elegidos (Breznitz et ál., 2008:141).

3.3.1. Características del proceso de creación de las *spin-offs*

Identificación de la oportunidad

De acuerdo con Clarysse et ál. (2005:197), en este modelo la identificación de oportunidades por parte de la universidad es proactiva; es decir, la universidad se encarga de identificar oportunidades en las investigaciones que se llevan a cabo. La decisión de crear una *spin-off* en este modelo no es responsabilidad del equipo investigador/promotor, sino de los gestores de la universidad. Dado que la decisión de crear la empresa no parte de los investigadores de la universidad, cabe esperar que, en muchos casos, éstos no se impliquen en la constitución o gestión de la empresa; por el contrario, en este modelo es usual contratar personal especializado en gestión de negocios externo a la universidad para que se encargue de gestionar las *spin-offs*.

Selección de los proyectos

En este modelo, la selección de los proyectos es un proceso interno y que se desarrolla de modo paralelo a la evolución de las propias investigaciones, ya que los proyectos se seleccionan cuando las investigaciones se encuentran aún poco desarrolladas. Además, la selección es más compleja que en el modelo de apoyo, ya que se suelen utilizar los criterios de una empresa de capital-riesgo; es decir, la *spin-off*, para ser seleccionada, debe presentar unas expectativas de crecimiento explosivo en el futuro, una importante base tecnológica y orientación hacia un mercado global (Clarysse et ál., 2005:198).

Evaluación y protección de los derechos de propiedad intelectual

Las *spin-offs* creadas bajo este modelo no se basan en la explotación de una única patente; por el contrario, el objetivo de la universidad será dotar a la nueva empresa de una fuerte base tecnológica, para lo cual puede necesitar comprar licencias externas (Clarysse et ál., 2005:199).

Incubación y desarrollo del plan de empresa

En este modelo, el proceso de incubación se caracteriza por ser largo e incluir acciones diversas, ya que la universidad pretende ofrecer a la *spin-off* todos los recursos necesarios para su desarrollo. Así, se incluyen actividades como la provisión de oficinas, elaboración del plan de empresa, selección de personal y gestión de la propiedad intelectual (Clarysse et ál., 2005:199).

Financiación

Las *spin-offs* creadas en este modelo se caracterizan por tener necesidades de capital mayores que las de las empresas creadas bajo los anteriores modelos de incubación. Este capital se obtiene a partir de fondos propios de la universidad o de empresas de capital-riesgo con las que la universidad establece redes de colaboración (Clarysse et ál., 2005:199).

Seguimiento de la spin-off tras su creación

El seguimiento de la empresa *spin-off* es menos importante en este modelo, ya que cuando las empresas se separan de la universidad suelen estar completamente desarrolladas (Clarysse et ál., 2005:199).

3.3.2. Recursos empleados

Se pueden señalar las siguientes características de los recursos empleados en este modelo de incubación:

- Recursos organizativos: a diferencia del modelo anterior, en el modelo de incubadora los servicios de apoyo a las *spin-offs* suelen estar integrados en la estructura de la universidad o centro de investigación
- Recursos humanos: los recursos humanos que se dedican al fomento de las *spin-offs* en este modelo son numerosos, de modo que en ocasiones superan las 30 personas. Además, suelen componer equipos multidisciplinares altamente formados.
- Recursos físicos y tecnológicos: dado que tanto las universidades como las *spin-offs* en este modelo se caracterizan por especializarse en una

determinada rama científica o de actividad, los servicios de promoción de las *spin-offs* disponen de recursos tecnológicos especializados. Además, la dotación de recursos físicos de las universidades que se identifican con este modelo suele ser mayor que en los modelos anteriores.

- Recursos financieros: los servicios de fomento de las *spin-offs* de las universidades que se identifican con este modelo de incubación cuentan con importantes recursos financieros, ya sean propios u obtenidos a través de empresas de capital-riesgo asociadas, que se ponen a disposición de los proyectos empresariales seleccionados
- Recursos de pertenencia a redes: la gestión de los servicios de fomento en este modelo es amplia y abarca diferentes aspectos del desarrollo de las *spin-offs*; por ello, no es tan importante como el modelo de apoyo disponer de redes de colaboración con las empresas locales.

3.3.3. Estrategia y resultados

La estrategia planteada por las universidades que siguen el modelo de incubadora es, como se ha indicado anteriormente, crear empresas atractivas desde el punto de vista financiero. Como consecuencia, los recursos necesarios y los resultados obtenidos serán diferentes a los planteados en los modelos anteriores. En cuanto a los recursos, se puede señalar que serán necesarias mayores dotaciones de recursos financieros, humanos, físicos y tecnológicos; como resultado se obtendrán *spin-offs* altamente tecnológicas e innovadoras, orientadas hacia un mercado global, y gestionadas por equipos equilibrados y experimentados (Clarysse et ál., 2005:206).

3.3.4. Importancia del entorno

Las universidades que se identifican con este modelo de incubación juegan un importante papel en el entorno, ya que son instituciones prestigiosas, líderes en el campo de investigación en que se especializan y que cuentan con fama internacional. Además, las relaciones que estas instituciones establecen con el entorno no se limitan al territorio en el que se encuentran asentadas, sino que se desarrollan en un ámbito internacional, manteniendo contactos, por ejemplo, con empresas internacionales de capital-riesgo (Clarysse et ál., 2005:208).

3.4. SITUACIONES SUB-ÓPTIMAS

Como se señaló anteriormente, Clarysse et ál. identifican dos situaciones sub-óptimas, en las que las estrategias de incubación que llevan a cabo las universidades y centros de investigación no obtienen los resultados esperados. Se pueden diferenciar dos tipos de situaciones sub-óptimas:

- Deficiencia de recursos (*resource deficient*) (Clarysse et ál., 2008:105): Se considera deficiente de recursos a los organismos dedicados a la promoción de las *spin-offs* altamente ambiciosos en cuanto a los objetivos que pretenden conseguir, pero cuya dotación de recursos resulta escasa. Ello tiene tres consecuencias principales: 1) La organización no dispone de recursos para poder tomar decisiones de forma autónoma frente a la universidad en la promoción de la creación de empresas; 2) no dispone de la combinación adecuada de competencias o personal para poder desarrollar las actividades necesarias para desarrollar la estrategia; y 3) no cuentan con el apoyo de las autoridades de la universidad y/o del entorno empresarial que rodea a ésta. Además, las estrategias deficientes en recursos se caracterizan porque sus objetivos no se encuentran claramente definidos. Como consecuencia de todo ello, estas universidades dan lugar a un número de empresas menor al esperado.
- Deficiencia de competencias (*Competence deficient*) (Clarysse et ál., 2008:108): Se denomina así a los organismos dedicados a la promoción de las *spin-offs* que disponen de los recursos necesarios para llevar a cabo la estrategia de incubación pero no cuentan las competencias necesarias para llevar a cabo las actividades necesarias para ello. Esta situación se puede producir en universidades que desean implantar estrategias de apoyo o incubadora y que disponen de los recursos necesarios para ello, aunque no de los conocimientos y la experiencia que requieren estos modelos.

3.5. SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE INCUBACIÓN

La selección de la estrategia de incubación de *spin-offs* en las universidades se basa, según lo señalado anteriormente, en una elección del nivel de selectividad de los proyectos y los recursos que se van a dedicar a su fomento (Roberts y Malone, 1996; Clarysse et ál., 2005; Breznitz et ál., 2008). Así, las estrategias que se basen en una mayor selección, deben disponer una mayor cantidad de recursos de apoyo; lo contrario ocurrirá en el caso de la estrategia de baja selectividad. Además, el diseño de la estrategia de incubación se encuentra determinado por el contexto que rodea la universidad, ya que la estrategia debe responder a las necesidades que presenta el

entorno (Breznitz et ál., 2008:130). Por último, cabe señalar que los resultados obtenidos por la universidad dependerán de la estrategia de incubación implantada. Cabe esperar que las estrategias menos selectivas y con menor dotación de recursos generen un gran número de *spin-offs* universitarias, aunque de menor calidad – entendida como propensión al crecimiento, número de empleos generación y orientación hacia el mercado–. En cambio, las estrategias más selectivas darán lugar a un menor número de *spin-offs* aunque de mayor calidad (Mustar et ál., 2006:295). Finalmente, se puede señalar que ningún modelo es mejor que otro. Cada uno de ellos se ajusta a un contexto determinado y se adecua a los objetivos marcados y el tipo de *spin-off* que se quiera fomentar (Clarysse et ál., 2005:212).

CAPÍTULO 6:

**LAS ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE *SPIN-OFFS* UNIVERSITARIAS
EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS**

CAPÍTULO 6: LAS ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE SPIN-OFFS UNIVERSITARIAS EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS

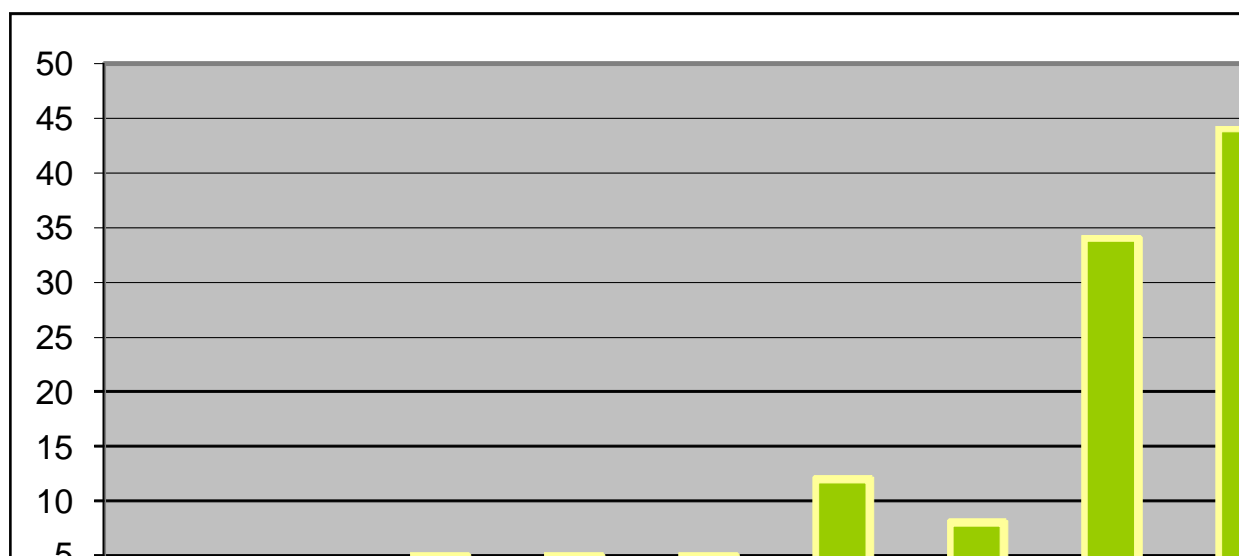
1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

1.1. INTRODUCCIÓN

Las *spin-offs* universitarias se han convertido a lo largo de los últimos años en uno de los principales mecanismos que las universidades utilizan para transferir tecnología a la industria. Ello se debe a las ventajas que presentan frente a las licencias de patente, como es el impacto positivo que tienen sobre el tejido productivo y el beneficio económico que pueden reportar tanto a la universidad como a los investigadores implicados en la transferencia de tecnología. Como consecuencia, los gobiernos y universidades europeas han establecido diversas políticas de promoción de la creación de *spin-offs* universitarias, a cuyo análisis se dedicó el capítulo anterior.

En Andalucía, al igual que en el resto de España, la creación de este tipo de empresas constituye un fenómeno reciente. La primera *spin-off* universitaria surgió en Córdoba en 1995 (Biovét-UCO S.A.). Desde entonces hasta 2003, el número de empresas creadas en Andalucía fue escaso. A partir de 2004, sin embargo, aumentó rápidamente, especialmente en 2006 y 2007 (Gráfico 10). Como consecuencia, en 2007 Andalucía era la primera región de España en número de *spin-offs* universitarias.

Gráfico 10: Evolución del número de spin-offs universitarias creadas en Andalucía desde 1995 hasta la actualidad



Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por las universidades andaluzas.

Como se ha señalado en anteriores capítulos, los trabajos que han analizado el impacto de la creación de *spin-offs* en el territorio indican que favorecen la

diversificación del tejido productivo, promueven el desarrollo de ramas productivas innovadoras y fomentan la innovación en las actividades tradicionales. Por ello, tanto las universidades andaluzas como la Junta de Andalucía han establecido programas destinados a promover la creación de este tipo de empresas. Éstos se han desarrollado principalmente a partir del año 2003. Como se puede ver en el Cuadro 4, salvo Almería y Málaga, todas las universidades andaluzas empiezan a fomentar la creación de empresas entre los años 2000 y 2004. Lo mismo ocurre en el resto de universidades españolas, en las que el uso de las *spin-offs* como mecanismo de transferencia de tecnología no empieza a ser notable hasta el año 2000 (Ortín et ál., 2008:10).

Cuadro 4: Año de fundación de las universidades andaluzas y año en que empiezan a fomentar la creación de empresas

UNIVERSIDAD	AÑO DE FUNDACIÓN	AÑO DE FOMENTO
Universidad de Sevilla	1505	2001
Universidad de Granada	1531	2000
Universidad de Málaga	1972	1997
Universidad de Córdoba	1972	2004
Universidad de Jaén	1993	2004
Universidad de Huelva	1993	2004
U. Pablo de Olavide	1997	2000
Universidad de Almería	1993	1994
Universidad de Cádiz	1979	2003

Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por las universidades.

La política de promoción de las *spin-offs* universitarias de la Junta de Andalucía se articula través del PAIDI (Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación), destacando en ella el Programa Campus de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, financiado con fondos FEDER de la Unión Europea y desarrollado por la Agencia IDEA (Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía) en colaboración con las universidades y centros de investigación andaluces. Este programa empieza a funcionar a partir de 2003, lo que explica el crecimiento del número de empresas en Andalucía a partir de esa fecha. Las empresas promovidas por el programa Campus reciben asesoramiento y ayuda financiera, que se materializa en la concesión de un préstamo participativo de hasta 200.000 € sin interés ni garantías adicionales y con un plazo de devolución máximo de 15 años y dos años de carencia. Esta iniciativa se complementa con el Programa Atlantis, cuyo objetivo es atraer los mejores proyectos para la creación de *spin-offs* y lograr que se implanten en Andalucía.

A pesar de la importancia creciente de este fenómeno en Andalucía, no existen apenas estudios dedicados a su análisis. A nivel español destacan algunos trabajos,

como el de Ortín et ál. (2007) y las publicaciones anuales de la RedOTRI, que se centran en el análisis de las actividades de transferencia de tecnología que desarrollan las universidades y, entre éstas, dedican un apartado a revisar el número de empresas creadas en las mismas. Sin embargo, no hay ningún estudio que analice el fenómeno de las *spin-offs* universitarias en Andalucía. En este trabajo pretendemos contribuir a superar esta deficiencia. Para ello, en este capítulo desarrollamos un análisis de las estrategias de incubación de *spin-offs* que llevan a cabo las universidades andaluzas. A continuación se detallan los objetivos de este estudio, la estructura del capítulo y la metodología que hemos utilizado para el análisis.

1.2. OBJETIVOS

De forma más concreta se puede señalar que el objetivo de este capítulo es el análisis y caracterización de las estrategias de incubación de *spin-offs* que llevan a cabo las universidades andaluzas. El análisis se centra en las *spin-offs* universitarias, es decir, no sólo contempla la creación de *spin-offs* entre los investigadores (*spin-offs* académicas) sino también la creación de *spin-offs* por estudiantes (*spin-offs* estudiantiles). La elección de este concepto más amplio obedece a que en algunas universidades andaluzas la estrategia de promoción de *spin-offs* se orienta en gran medida hacia las segundas.

La decisión de centrar el análisis en las estrategias de incubación de las universidades se justifica por ser uno de los aspectos más importantes para la creación de *spin-offs*. Así, la elección de la estrategia determina en buena medida el número de empresas que se crean en la universidad y las características de las mismas. Como se ha señalado en capítulos anteriores, existen tres modelos de estrategia y cada uno de ellos da lugar a un diferente número de empresas que, a su vez, presentan características distintas. Además, la elección de un modelo de incubación depende de las características del entorno que rodea la universidad, ya que la creación de *spin-offs* puede contribuir a solucionar algunos de los problemas de éste, como el desempleo o la falta de un tejido empresarial desarrollado. Como se vió, la clasificación de los modelos de incubación presentes en Europa distingue entre:

- Modelo de selección baja (*low selective model*). El objetivo principal en este modelo es maximizar el número de *spin-offs* creadas. Suele estar presente en universidades cuyo entorno se caracteriza por un elevado nivel de desempleo. Estas universidades fomentan la creación de empresas como medio para crear empleo.

- Modelo de apoyo (*supportive model*). En este modelo el objetivo es fomentar la creación de empresas como instrumento para la comercialización de los nuevos conocimientos surgidos de la investigación. Las *spin-offs* en este modelo son consideradas una alternativa a las licencias de patente.
- Modelo de incubadora (*incubator model*). El objetivo de este modelo es crear empresas que presenten elevadas expectativas de crecimiento. Esta estrategia es altamente selectiva, por lo que las universidades que la llevan a cabo dan lugar a un reducido número de *spin-offs*.

Además de estos tres modelos, Clarysse et ál. (2005) identifican dos situaciones en las que el modelo elegido no funciona bien: deficiencia de recursos o deficiencia de competencias.

- Estrategia deficiente en recursos. Esta situación se produce cuando los organismos encargados de llevar a cabo la estrategia de incubación no disponen de recursos suficientes para ello, lo que les impide tomar decisiones autónomas frente a la universidad e invertir en la promoción de las *spin-offs* durante el tiempo que sería necesario para lograr los objetivos marcados. Además, no suelen disponer de personal suficiente, o bien este no tiene la formación adecuada. Finalmente, la estrategia de incubación no cuenta con el apoyo de la dirección de la universidad o del entorno. En el primer caso la promoción de empresas no es un objetivo importante para la universidad, mientras que en el segundo el entorno ejerce una influencia negativa porque sus características desincentivan la creación de empresas. Como consecuencia de ello, el número de *spin-offs* creadas es menor al que sería habitual en el modelo de incubación desarrollado y no se definen los objetivos que se pretenden conseguir con la estrategia de incubación.
- Estrategia deficiente en competencias. Las universidades que se encuentran en esta situación fallan al ejecutar las actividades necesarias para conseguir los objetivos marcados, aunque disponen de recursos suficientes para ello. Son universidades que pretenden implantar un modelo de apoyo o incubadora pero no cuentan con los conocimientos necesarios. La deficiencia de competencias también surge cuando las universidades se encuentran en transición entre un modelo de incubación y otro, desapareciendo una vez que el personal asimila los conocimientos relacionados con el nuevo modelo (Clarysse et ál., 2005:210).

Nuestro análisis de las estrategias de incubación de las universidades andaluzas nos va a permitir compararlas con estos modelos y señalar el grado de similitud existente entre ellos. También nos permitirá indicar si hay universidades en las que no predomina ningún modelo de incubación y si se pueden observar rasgos que no sean coherentes con la estrategia desarrollada. La consideración del entorno permitirá observar si la estrategia de incubación que se está llevando a cabo se adecua al entorno de la universidad o si, por el contrario, es recomendable modificarla. De todo ello se pueden extraer conclusiones que pueden ser útiles para la política de incubación de *spin-offs* de las universidades andaluzas.

1.3. ESTRUCTURA DEL TRABAJO

Este capítulo se divide en siete epígrafes, siendo esta introducción el primero de ellos. En el segundo se revisa la intensidad con que las universidades andaluzas han creado *spin-offs* a lo largo de los últimos años, lo que nos permite obtener una primera impresión sobre los resultados de cada una de las universidades ha obtenido con su estrategia de incubación. El tercero se dedica a evaluar la cultura empresarial de las universidades andaluzas, a partir de cuyo análisis se identifican algunos aspectos que no se encuentran suficientemente desarrollados. La cultura empresarial es un condicionante de la estrategia de incubación, se encuentra muy relacionado con ella e influye de forma determinante sobre los resultados obtenidos. Las deficiencias en este sentido pueden impedir que se logren los objetivos deseados con la estrategia de promoción de *spin-offs*, por lo que es necesario que sean tenidas en cuenta y se articulen las medidas necesarias para solucionarlas.

En la cuarta parte del capítulo se describen las estrategias de incubación de *spin-offs* que llevan a cabo las universidades andaluzas. Para ello, nos centramos en primer lugar en las medidas concretas que las universidades llevan a cabo durante el proceso de creación de las *spin-offs*. Después se analizan los recursos que las universidades dedican a sus estrategias de promoción y, por último, los objetivos que las universidades pretenden lograr con la estrategia de incubación. Así buscamos identificar diferentes grupos de universidades en base al comportamiento de esas variables. Por otro lado, siguiendo la conocida clasificación de Clarysse et ál. (2005), se pretende caracterizar las estrategias incubación de *spin offs* que desarrollan las universidades comparándolas con las que dichos autores han identificado en Europa.

Los resultados nos llevan a poner de manifiesto, en un quinto apartado del capítulo, que en las universidades andaluzas predomina un modelo de incubación asimilable a lo que Clarysse et ál. (2005) denominan modelo de selección baja,

aunque la mayor parte de ellas presentan deficiencia de recursos. Se lleva a cabo además un análisis cluster, que confirma los resultados obtenidos. El sexto apartado se dedica a profundizar en el comportamiento de las universidades andaluzas que se identifican con ese modelo mediante su comparación con la estrategia llevada a cabo por la Universidad de Twente, que es la más representativa del modelo de selección baja. Por último, se establecen las conclusiones de este análisis y se aportan algunas recomendaciones para la política de promoción de *spin-offs*.

1.4. METODOLOGÍA: OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1.4.1. Metodología del análisis empírico

Para realizar el análisis propuesto se han utilizado como fuente de información principal los resultados obtenidos a través de una encuesta realizada en cada una de las universidades andaluzas. Dicha encuesta se ha pasado también en la Universidad de Twente que, como se ha dicho, es la más representativa del modelo de selección baja. Con ello se persigue profundizar en el análisis de las estrategias de *spin-offs* de las universidades andaluzas enmarcadas en ese modelo, comparándolas con la estrategia de una universidad en la que ese modelo se encuentra muy desarrollado.

La encuesta realizada recoge información sobre distintos aspectos con el objeto de identificar las estrategias de promoción de *spin-offs* que se llevan a cabo en las universidades analizadas. A continuación se señalan los principales aspectos metodológicos del proceso de obtención y tratamiento de la información.

1.4.2. Definición de la población objeto de estudio y selección de la persona a encuestar

La población objetivo son nueve de las diez universidades públicas andaluzas: Universidad de Almería, Universidad de Cádiz, Universidad de Córdoba, Universidad de Granada, Universidad de Huelva, Universidad de Jaén, Universidad de Málaga, Universidad Pablo de Olavide y Universidad de Sevilla. Decidimos no incluir la Universidad Internacional de Andalucía porque, dadas sus especiales características – su labor se centra en la docencia y no cuenta con personal docente e investigador propio–, la transferencia de tecnología que lleva a cabo es prácticamente nula.

No obstante, dado que en las universidades andaluzas son las OTRIs (Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación) las encargadas de llevar a cabo la política de promoción de las *spin-offs*, la encuesta se ha dirigido a los responsables de dichas oficinas. Dicho responsable fue quien directamente contestó a las cuestiones

planteadas en el caso de la Universidad de Cádiz. En las restantes universidades, el director de la OTRI nos derivó hacia el técnico encargado de las *spin-offs*.

Cuadro 5: Población analizada y localización

UNIVERSIDAD	LOCALIZACIÓN	PROVINCIA	REGIÓN
Universidad de Almería	Almería	Almería	Andalucía (España)
Universidad de Cádiz	Cádiz, Puerto Real, Jerez y Algeciras	Cádiz	Andalucía (España)
Universidad de Córdoba	Córdoba	Córdoba	Andalucía (España)
Universidad de Granada	Granada, Ceuta y Melilla	Granada	Andalucía (España)
Universidad de Huelva	Huelva	Huelva	Andalucía (España)
Universidad de Jaén	Jaén	Jaén	Andalucía (España)
Universidad de Málaga	Málaga	Málaga	Andalucía (España)
Universidad Pablo de Olavide	Carretera Sevilla-Utrera	Sevilla	Andalucía (España)
Universidad de Sevilla	Sevilla	Sevilla	Andalucía (España)
Universidad de Twente	Enschede	Twente	Overijssel (Países Bajos)

Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por las universidades.

Por lo que se refiere a la Universidad de Twente, que, aunque no forma parte de la población objetivo, se ha incorporado al análisis con el objeto de poder realizar comparaciones, hay que señalar que su estrategia de promoción de *spin-offs* es mucho más compleja, por lo que resultó difícil identificar a la persona responsable de la misma. Tras un análisis previo, observamos que uno de los aspectos más importantes de su estrategia es el programa de apoyo a los proyectos de creación de *spin-offs* denominado TOP Program, lo que nos llevó a elegir al responsable de dicho programa para realizar la encuesta.

1.4.3. Confección del cuestionario

Para la elaboración del cuestionario se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

1. Falta de tiempo de los responsables de la promoción de las *spin-offs* para responder cuestionarios, por tener que atender al desarrollo de su propio trabajo y por el gran número de encuestas de diferentes organismos que reciben. Por ello, los principios que inspiraron la elaboración del cuestionario fueron los de la sencillez y claridad, tanto en las preguntas como en las posibles respuestas. Estas, además, se dejaron cerradas en la

mayor parte de los casos. Aunque con ello podemos perder información, nos ayuda a definir y precisar mejor las respuestas, además de permitir que estas se puedan responder más rápido.

2. Necesidad de recoger la mayor cantidad de información posible sobre las estrategias de promoción de *spin-offs* que llevan a cabo las universidades andaluzas. Para ello, teniendo en cuenta los aspectos clave de las mismas desarrollados en el capítulo anterior, hemos elaborado preguntas que abarcan todos los elementos que permiten identificar una estrategia de incubación de *spin-offs*. Para asegurar la validez e idoneidad del cuestionario, su diseño fue sometido a la discusión con especialistas y responsables de las OTRIs de las universidades de Huelva y Sevilla. Asimismo, el cuestionario se sometió a la opinión de especialistas sobre el tema de la Universidad Twente.
3. Una vez diseñada la encuesta, se procedió a realizar un sondeo piloto entre algunos responsables de la política promoción de *spin-offs*, que aportaron su opinión sobre el diseño del mismo, contribuyendo a identificar sus posibles deficiencias. Ello nos permitió elaborar el cuestionario definitivo, que se incluye en el Anexo. Este se divide en siete partes. La primera de ellas (preguntas 1-4) es una introducción en la que se recogen datos básicos de la universidad y la fecha en la que se empieza a promocionar la creación de empresas. En la segunda parte (pregunta 5) se pide a los encuestados que valoren diversos aspectos de la cultura empresarial en la universidad. La tercera parte (pregunta 6) se refiere al número de *spin-offs* creadas en la universidad hasta el momento de la entrevista. La cuarta parte (preguntas 7-20) se dedica a la caracterización del proceso de creación de la *spin-off*, recogiendo varias preguntas sobre la identificación, los criterios utilizados para la selección de los proyectos a promocionar, el nivel tecnológico de los mismos, las fuentes de financiación principales, el grado de implicación de la OTRI en las distintas etapas de desarrollo de la empresa y las actividades de promoción que se llevan a cabo en cada una de ellas. En la parte quinta (preguntas 21-26), se pide a los encuestados que valoren la disponibilidad de recursos de la OTRI, y la sexta (pregunta 27), tiene por objeto la valoración de la estrategia de incubación. Finalmente, incluye un cuadro para ser rellenado por los encuestados con información relativa a las *spin-offs* creadas en la universidad. La encuesta

fue traducida al inglés para la entrevista que tuvo lugar en la Universidad de Twente.

4. En todas las cuestiones planteadas en las que ha sido posible, se ha recogido la respuesta en base a una escala ordinal con puntuaciones del cero al cuatro que reflejan el grado de acuerdo con la cuestión planteada: “nulo”, “muy bajo”, “bajo”, “alto” y “muy alto”.

1.4.4. Realización de la encuesta, depuración de los datos y tratamiento estadístico

El procedimiento elegido para obtener la información fue por medio de entrevista personal. Sin embargo, no fue posible concertar una cita con los responsables o técnicos de las OTRIS en todos los casos. Así, los responsables de las OTRIs de las universidades de Almería, Córdoba, Granada, Málaga y Pablo de Olavide fueron contactados por teléfono, se les envió la encuesta por correo electrónico y fue devuelta respondida por el mismo medio, siendo completada posteriormente por teléfono si faltaba alguna información. En cambio, en el resto de las universidades (Huelva, Sevilla, Jaén, Cádiz y Twente) se llevaron a cabo entrevistas personales. Estas tuvieron lugar entre los meses de octubre de 2008 y abril de 2009.

Una vez realizadas las diez encuestas, se procedió a su tabulación, depuración y posterior tratamiento estadístico. El procesamiento de la información se ha llevado a cabo con el programa estadístico SPSS (versión 15.0) y con Excel 2003.

Con el objetivo de completar el análisis con otros datos de la realidad económica andaluza, se ha recurrido también a fuentes de información secundaria. Entre ellas se han utilizado principalmente las siguientes:

- *Informe CyD 2007 y 2008*, editados por la Fundación CYD.
- *Informe CRUE 2008. La Universidad Española en Cifras*, editado por la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE).
- *Andalucía Datos Básicos 2008*, de la Consejería Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía.
- Bases de datos de personal docente e investigador y número de alumnos en las universidades del Ministerio de Educación, disponibles en su página web.

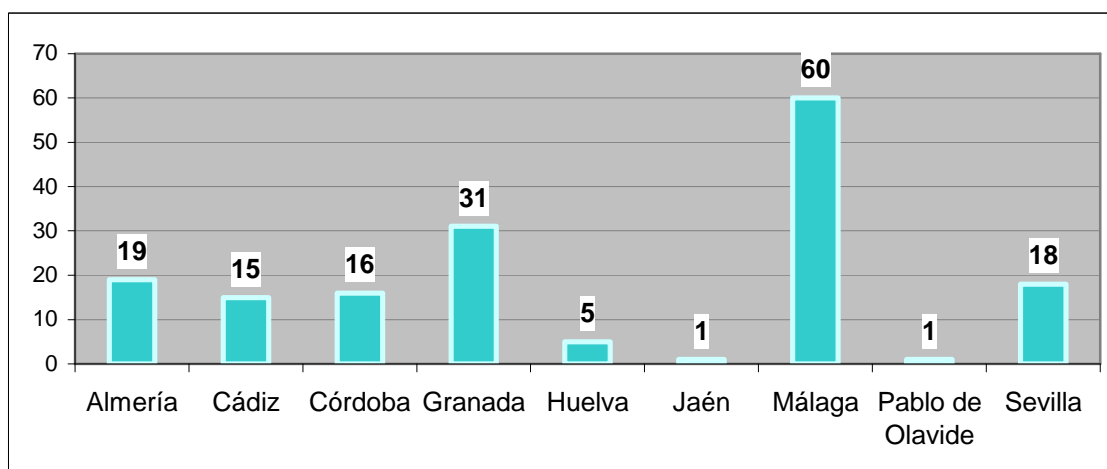
- Bases de datos del Instituto de Estadística de Andalucía (IEA) e Instituto Nacional de Estadística (INE), especialmente las bases de datos DIRCE (Directorio Central de Empresas) y EPA (Encuesta de Población Activa).
- Memorias de investigación de las universidades andaluzas.
- Normativas para la creación de empresas en las universidades andaluzas.

Ello se completa con varios trabajos sobre la creación de *spin-offs* de la Universidad de Twente y la información obtenida a lo largo de tres meses de estancia en dicha universidad.

2. LAS SPIN-OFFS UNIVERSITARIAS CREADAS EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS

Un primer aspecto a tratar en el análisis de las estrategias de incubación que llevan a cabo las universidades andaluzas es la intensidad en la creación de *spin-offs*. En el trabajo realizado en capítulos anteriores se ha puesto de manifiesto que dicha intensidad, expresada por el número de *spin-offs* creadas, varía según el modelo de incubación que se trate, ya que cada uno presenta objetivos diferentes. Mientras el modelo de selección baja pretende maximizar el número de empresas creadas, los modelos de apoyo e incubadora, al ser más selectivos con los proyectos que van a promocionar, apoyan a un menor número de empresas que, generalmente, presentan mejores expectativas de crecimiento que las generadas en el modelo de selección baja.

Gráfico 11: Número de *spin-offs* creadas hasta abril de 2009 en las universidades andaluzas



Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por las universidades.

Existen importantes diferencias en el número de empresas creadas en las universidades andaluzas (Gráfico 11). Destaca la universidad de Málaga que, con 60 *spin-offs* creadas, casi duplica las desarrolladas en la Universidad de Granada, que es la segunda más prolífica con 31 empresas. Además de las diferencias señaladas, la información del Gráfico 11 permite identificar un grupo de cuatro universidades formado por la Universidad de Almería (19 empresas), Sevilla (18 empresas), Córdoba (16 empresas) y Cádiz (15 empresas), en el que el número de *spin-offs* creadas es bastante similar. Las tres universidades restantes presentan un resultado claramente inferior. Así, en Huelva se han creado sólo cinco empresas y una en Jaén y Pablo de Olavide. No obstante, estos datos, para que sean significativos, hay que ponerlos en relación a otras variables.

Cuadro 6: Presupuesto y número de alumnos e investigadores de las universidades andaluzas

UNIVERSIDAD	PRESUPUESTO	NÚMERO DE ALUMNOS	NÚMERO DE INVESTIGADORES
Almería	87.378.597,8	10.810	829,25
Cádiz	132.442.509	19.534	1.534
Córdoba	14.1035.001	17.632	1.293
Granada	358.794.817	53.395	3.541,75
Huelva	71.692.335	10.083	865,75
Jaén	91.522.888,9	14.556	956,25
Málaga	245.728.999	33.083	2.111
Pablo de Olavide	65.386.256,5	8.553	720,25
Sevilla	372.548.763	57.566	4.191,5

Fuente: La información relativa al número de alumnos e investigadores procede de las estadísticas del Ministerio de Educación. Los datos de presupuesto se han obtenido de CRUE (2008).

Nota: Los datos de alumnos e investigadores son una media de los cinco últimos cursos (04-09). Los datos de presupuesto se refieren al curso 2006-07.

Es interesante comparar el número de *spin-offs* creadas en las universidades andaluzas atendiendo al tamaño de la universidad. Parece razonable pensar que las universidades más grandes, que tienen más alumnos y, por tanto, cuentan con un mayor presupuesto y más personal docente e investigador, tengan mayor capacidad para crear empresas.

Cuadro 7: Tabla de correlaciones

		Presupuesto de la universidad	Número de alumnos	Número de investigadores

Número de <i>spin-offs</i> creadas en la universidad	Correlación de Pearson	0,571	0,506	0,440
--	------------------------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia.

Como se refleja en el Cuadro 6, existen importantes diferencias de tamaño entre las universidades andaluzas, que se pueden medir por el número de alumnos, investigadores y por el presupuesto del que disponen. En el Cuadro 7 puede observarse que efectivamente esas variables asociadas al tamaño de la universidad muestran un grado de correlación considerable con el número de *spin-offs* creadas.

Por tanto, para poder comparar el esfuerzo en la creación de *spin-offs* desarrollado por las universidades andaluzas, conviene utilizar algunos ratios que relacionen número de empresas creadas y tamaño de la universidad. Así se ha hecho en el Cuadro 8, tomando como número de *spin-offs* creadas la media de creación entre 2004 y 2009. No obstante, hay que tener en cuenta que la representatividad de esa media viene limitada por la gran variabilidad del número de empresas creadas por año.

Cuadro 8: Ratios de creación de empresas en las universidades andaluzas

	Ratio <i>spin-offs</i> /alumnos	Ratio <i>spin-offs</i> /presupuesto	Ratio <i>spin-offs</i> /investigadores
Almería	3,15	3,89	4,10
Cádiz	1,23	1,81	1,56
Córdoba	1,47	1,84	2,01
Granada	1,01	1,51	1,52
Huelva	0,60	0,84	0,61
Jaén	0,14	0,22	0,21
Málaga	3,32	4,48	5,21
Pablo de Olavide	0,23	0,31	0,28
Sevilla	0,52	0,81	0,72

Fuente: Elaboración propia. La información del número de *spin-offs* creadas ha sido facilitada por las universidades, mientras que la del número de alumnos e investigadores procede de las estadísticas del Ministerio de Educación. Todos los datos son de 2008. Los datos de presupuesto se han obtenido de CRUE (2008).

Nota: La ratio *spin-offs*/alumnos refleja el número de empresas creadas por cada diez mil alumnos matriculados en la universidad; La ratio *spin-offs*/presupuesto indica el número de empresas creadas por cada cien millones de euros de presupuesto en la universidad; y la ratio *spin-offs*/investigadores refleja el número de empresas creadas por cada mil investigadores de la universidad.

Con las limitaciones expuestas, que han tratado de atenuarse observando también el número total de empresas creadas por universidad, se pueden diferenciar tres grupos de universidades:

1. Universidades que presentan ratios superiores a 3, es decir, Málaga y Almería. La Universidad de Málaga es una de las universidades más

grandes de Andalucía y es la que crea más *spin-offs*. Almería, sin embargo, es una universidad de tamaño menor y de reciente creación pero genera un importante número de empresas. A ello posiblemente no resulte ajeno el hecho de que haya sido la primera universidad andaluza en promocionar la creación de *spin-offs* universitarias.

2. Otro grupo es el de las universidades de Cádiz, Córdoba, Granada y Sevilla. Cádiz y Córdoba tienen un tamaño mediano y han creado un número de empresas intermedio, mientras que Sevilla tiene un tamaño grande y su número de empresas creadas es similar al de las anteriores. Tanto Sevilla como Granada realizan un esfuerzo muy inferior en la creación de *spin-offs* al de Málaga y Almería, cuyos recursos son inferiores.
3. Universidades cuyos ratios tienen valores inferiores a 1 y bajo número de creación de empresas. Son las universidades de Huelva, Jaén y Pablo de Olavide. Las tres son universidades pequeñas y de reciente creación.

3. LA CULTURA EMPRESARIAL EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS

La cultura empresarial de la universidad es un aspecto que influye sobre el diseño de la estrategia de promoción de *spin-offs* y sobre los resultados que con ella se obtienen. Por ello, antes de profundizar en el análisis de las estrategias que llevan a cabo las universidades andaluzas, revisamos su cultura empresarial en las mismas teniendo en cuenta tres aspectos principales: 1) la visión que tienen los investigadores de la universidad sobre la transferencia de tecnología; 2) el reconocimiento que reciben por parte de la universidad si se implican en estas actividades y 3) la capacidad empresarial de los investigadores.

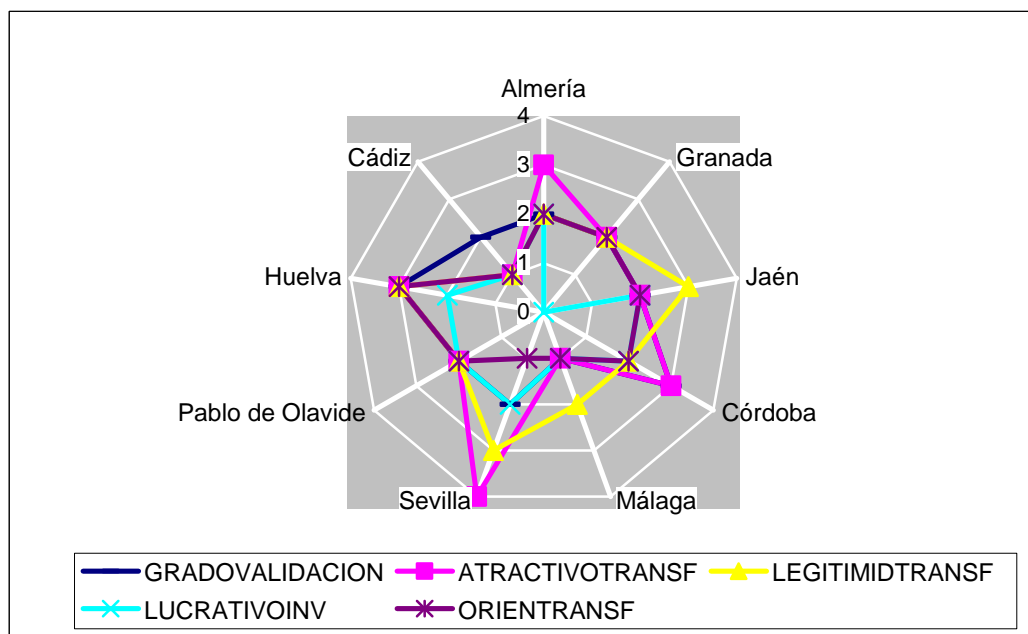
Valoración de la transferencia de tecnología entre los investigadores

Para caracterizar la visión que los investigadores tienen de la transferencia de tecnología se pidió a los responsables de las OTRIs que valoren entre 0 (nulo) y 4 (muy alto) las siguientes variables:

- Grado en que los investigadores aspiran a validar los resultados de la investigación en el mercado (GRADOVALIDACION).
- Nivel de atractivo que los negocios suelen presentar para los investigadores (ATTRACTIVOTRANSF).
- Nivel de legitimidad que los investigadores consideran que tiene la obtención de beneficios comerciales con la investigación (LEGITIMIDTRANSF).

- Grado en que los investigadores consideran que la investigación puede ser una actividad lucrativa (LUCRATIVOINV).
- Grado de orientación de los investigadores hacia las licencias de patente y las *spin-offs* frente a las publicaciones (ORIENTRANSF).

Gráfico 12: Valoración de la visión que los investigadores de las universidades andaluzas tienen de transferencia de resultados de investigación



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en las universidades andaluzas se encuentran representados en el Gráfico 12. Se puede observar un comportamiento similar de las variables que miden el grado de atractivo de la transferencia de tecnología (ATRACTIVOTRANSF) y su legitimidad (LEGITIMIDTRANSF). Estas variables tienden a mostrar valores más elevados en las universidades de Sevilla, Huelva y Almería, seguidas de Jaén y Córdoba. Lo contrario ocurre en Málaga, Granada y Pablo de Olavide. Parece que ambas variables se encuentran relacionadas, ya que si la transferencia de tecnología no es considerada una actividad legítima por los investigadores, probablemente no les resulte atractiva. Algo similar ocurre con el grado en que los investigadores aspiran a validar los resultados de su investigación en el mercado (GRADOVALIDACION), variable en la que los valores más altos se dan en las universidades de Huelva y Córdoba, mientras que la de Málaga muestra el más bajo. Resulta lógico, ya que es una variable asociada a las anteriores. También Málaga, junto con Granada y Cádiz, recibe un valor menor que otras universidades andaluzas cuando se pregunta a los encuestados si los investigadores de la

universidad consideran la investigación como una actividad lucrativa (LUCRATIVOINV). Por último, la variable que mide el grado en que los investigadores se orientan hacia la transferencia de tecnología frente a las publicaciones (ORIENTRANSF) tiene un comportamiento similar a las anteriores, de modo que la valoración que conceden los encuestados a esta variable es media únicamente en Huelva, siendo baja en el resto de universidades salvo Málaga, Sevilla y Cádiz, donde es muy baja.

Las variables analizadas pueden indicar el grado de implantación del paradigma empresarial entre los investigadores de la universidad, ya que a medida que este avanza, mejora la visión que los investigadores tienen de la transferencia de tecnología. De acuerdo con los resultados obtenidos se pueden identificar tres grupos de universidades. En el primero se encuentra Huelva que, según las respuestas de los responsables de la OTRI, puede ser considerada como la universidad en la que los investigadores se encuentran más adaptados al nuevo paradigma. Un segundo grupo es el formado por las universidades de Almería, Córdoba, Jaén, y Sevilla, en las que los valores son medios. Finalmente, las universidades de Granada, Málaga, Pablo de Olavide y Cádiz presentan valores más bajos que el resto, lo que puede indicar que sus investigadores se encuentran menos adaptados al cambio de paradigma. Sin embargo, esto resulta contradictorio con el esfuerzo que llevan a cabo en creación de *spin-offs* algunas de estas universidades. Así, tanto Málaga como Granada destacan en número de empresas creadas, mientras que la valoración de cultura empresarial de sus investigadores se encuentra entre las más bajas de Andalucía. Lo contrario ocurre en la Universidad de Huelva que, a pesar de destacar en este último aspecto, da lugar a un menor número de empresas que otras universidades de similares características. Una posible explicación para esta contradicción se basa en la subjetividad de las valoraciones de los responsables de las OTRIs. Así, el responsable de la Universidad de Málaga puede ser más exigente en su valoración de la cultura empresarial que el responsable de Huelva.

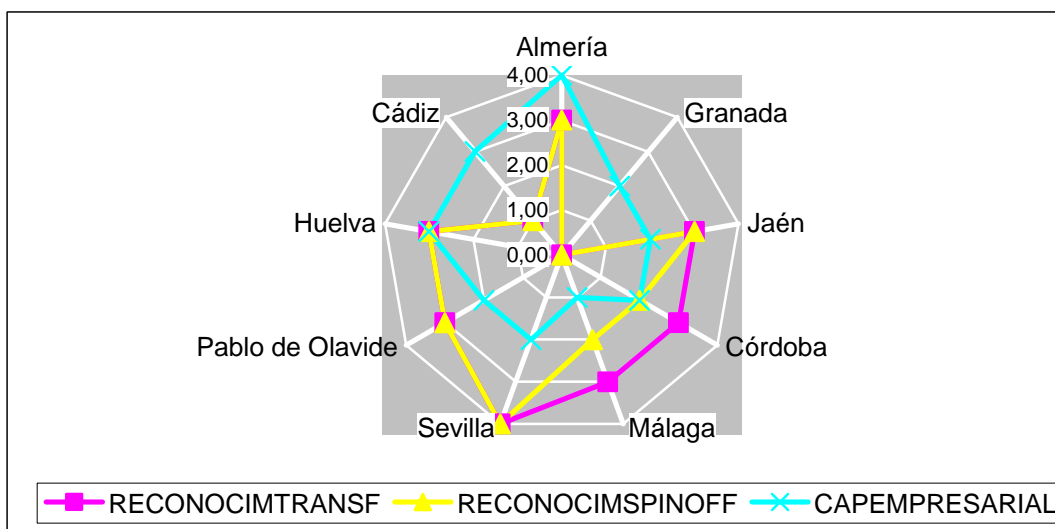
Con el objetivo de determinar el grado de reconocimiento por parte de la universidad que reciben las actividades de transferencia de tecnología, hemos pedido a los responsables de las OTRIs que valoren tres variables:

- Nivel de reconocimiento por parte de la universidad que reciben los investigadores implicados en la transferencia de tecnología (RECONOCIMTRANSF).

- Nivel de reconocimiento por parte de la universidad que reciben los investigadores implicados en la creación de *spin-offs* (RECONOCIMSPINOFF).

Finalmente, se pidió a los encuestados que valoren la capacidad empresarial de los investigadores de la universidad (CAPEMPRESARIAL). Los resultados obtenidos para esta variable y las dos anteriores se encuentran representados en el Gráfico 13.

Gráfico 13: Valoración del grado de reconocimiento de la transferencia de tecnología y de la capacidad empresarial de los investigadores de las universidades andaluzas



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el Gráfico 13, las variables que miden el reconocimiento que reciben las actividades de transferencia de tecnología (RECONOCIMTRANSF) y de creación de *spin-offs* (RECONOCIMSPINOFF) se encuentran muy relacionadas, ya que reciben valores idénticos en casi todas las universidades andaluzas. Ello es comprensible, ya que la primera actividad engloba la segunda. Resulta destacable que en las universidades de Málaga y Córdoba la valoración general de la transferencia es mejor que la de la creación de *spin-offs*, de lo que se puede deducir que en estas universidades son mejor valorados otros mecanismos de transferencia, como podrían ser las patentes. Cádiz y Málaga reciben puntuaciones menores que el resto de universidades andaluzas.

Un mayor reconocimiento por parte de las autoridades universitarias de las actividades de transferencia de tecnología se puede relacionar con una mejor

adaptación de estas al paradigma empresarial. Esto podría indicar que las de Granada y Cádiz no se han adaptado aún al nuevo paradigma y por ello no han establecido todavía mecanismos de reconocimiento para los investigadores que se implican en actividades relacionadas con el mismo. En el caso de Granada, la no adaptación al nuevo paradigma se produce tanto entre las autoridades como entre los investigadores, como se ha señalado anteriormente. Sin embargo, esto resulta contradictorio con el número de *spin-off* creadas en esta universidad, que es más alto que en otras universidades andaluzas que, por los resultados obtenidos en este análisis de la cultura empresarial, parecen estar mejor adaptadas al nuevo paradigma.

La valoración de la capacidad empresarial (CAPEMPRESARIAL) refleja importantes diferencias entre las universidades. Destaca el grupo formado por las universidades de Huelva, Cádiz y Almería, en las que es alta o muy alta, mientras que en el resto de universidades es baja o muy baja. La capacidad empresarial de los investigadores de la universidad puede estar relacionada con su grado de adaptación al nuevo paradigma. Así, en Almería y en Huelva, donde se han obtenido valores elevados en cuanto a la adaptación de los investigadores, se observa también una valoración alta de la capacidad empresarial, mientras que lo contrario ocurre en la Universidad de Málaga.

Cuadro 9: Valoración de la cultura empresarial en las universidades andaluzas

UNIVERSIDAD	PUNTUACIÓN
Almería	21
Cádiz	11
Córdoba	19
Granada	10
Huelva	23
Jaén	19
Málaga	12
Pablo de Olavide	18
Sevilla	22

Fuente: Elaboración propia.

Con el objeto de facilitar la interpretación de estos resultados hemos procedido a sumar las puntuaciones obtenidas para cada ítem. Así se obtiene una puntuación global sobre la cultura de cada una de las universidades andaluzas. (Cuadro 9). De acuerdo con este resultado podemos diferenciar tres grupos. El primero está integrado por las universidades que obtienen la máxima puntuación (valor superior a 20), que son Almería, Huelva y Sevilla. En el segundo se encuentran las universidades cuya cultura empresarial recibe una valoración media, es decir, Córdoba, Jaén y Pablo de Olavide. El tercer grupo está compuesto por las universidades que presentan valores

bajos, como Cádiz, Granada y Málaga. Estos resultados son similares a los que se han obtenido al analizar las diferentes variables que miden la cultura empresarial.

Cabe pensar que las universidades que crean más empresas serán las que reciban una mejor valoración de su cultura empresarial. Como se ha señalado anteriormente, esto no es así en la mayor parte de los casos, resultando especialmente contradictorios los de Huelva y Málaga. En el caso de Huelva, la valoración de su cultura empresarial es superior a la de otras universidades, pero su intensidad en creación de empresas es una de las más bajas de Andalucía. Lo contrario ocurre en el caso de Málaga. Al analizar la estrategia de incubación de las *spin-offs* volveremos sobre esta contradicción para intentar encontrar una explicación a la misma.

4. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS QUE DEFINEN LA ESTRATEGIA DE APOYO A LA CREACIÓN Y DESARROLLO DE SPIN-OFFS EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS

El análisis de la estrategia de promoción de *spin-offs* universitarias en las universidades andaluzas se ha dividido en tres partes. En primer lugar se analizan las medidas que toman las OTRIs para fomentar la creación de *spin-offs* universitarias. En la segunda parte se revisa la dotación de recursos de las estrategia que llevan a cabo las universidades y en la tercera analizaremos los objetivos que las OTRIs persiguen con su estrategia de incubación de *spin-offs*.

4.1. PARTICIPACIÓN DE LAS OTRIs EN EL FOMENTO Y DESARROLLO DE SPIN-OFFS UNIVERSITARIAS

Las actividades que las OTRIs llevan a cabo para promocionar la creación y el desarrollo de *spin-offs* universitarias son diferentes de acuerdo con el modelo de incubación con el que se identifiquen. Con el objetivo de averiguar cuáles son los modelos imperantes en las universidades andaluzas analizamos los siguientes aspectos:

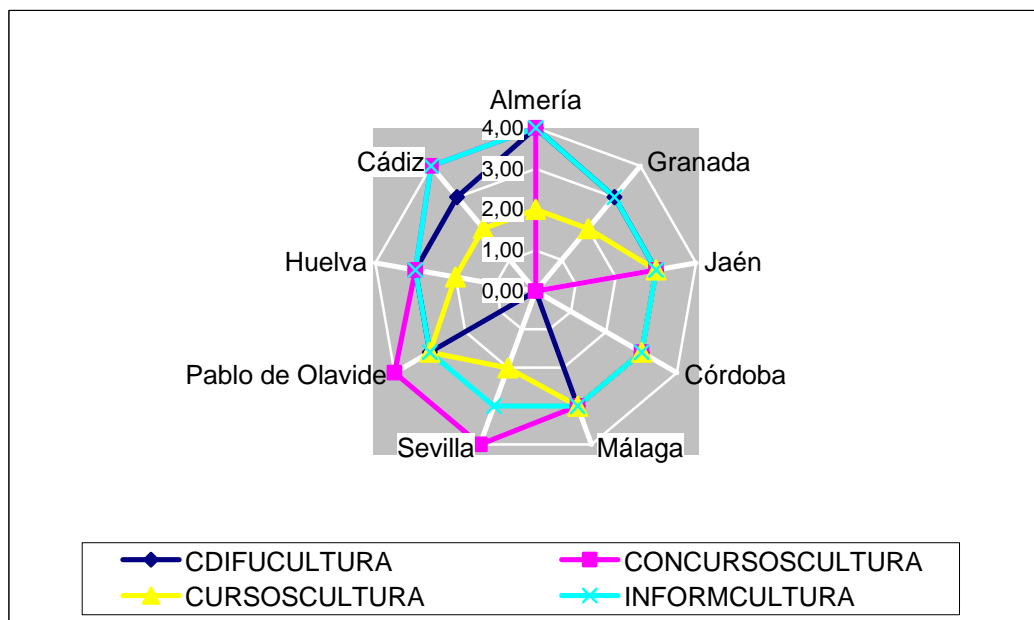
- Instrumentos utilizados para promocionar la cultura empresarial en la universidad.
- Participación de la OTRI en la identificación de las oportunidades empresariales.
- Criterios de selección de los proyectos que se van a promocionar y porcentaje de proyectos seleccionados.

- Nivel tecnológico de los proyectos seleccionados.
- Actividades desarrolladas por la OTRI durante el proceso de creación de las *spin-offs*.
- Fuentes de financiación de las *spin-offs*.

4.1.1. Uso de instrumentos para promocionar la cultura empresarial en las universidades andaluzas

Los distintos modelos de incubación presentan diferencias en cuanto al uso de instrumentos para fomentar la cultura empresarial en la universidad. Para que funcione el modelo de selección baja es muy importante que los miembros de la comunidad universitaria estén orientados hacia la creación de empresas, lo que permite se creen un gran número de *spin-offs* universitarias. Por ello, en estas universidades el uso de instrumentos para promocionar la cultura empresarial es elevado. En el caso de los modelos de apoyo e incubadora, no siempre es necesario que los investigadores tengan un elevado espíritu empresarial, ya que la decisión de crear una empresa frente al uso de licencias de patente no les corresponde a ellos sino al organismo encargado de la política de promoción de las *spin-offs*.

Gráfico 14: Uso de instrumentos de promoción de la cultura empresarial en las universidades andaluzas



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 14 se representan los resultados obtenidos al preguntar a los encuestados sobre el uso que la OTRI hace de los instrumentos para promocionar la

cultura empresarial en la universidad. Las valoraciones oscilan entre 4 (muy alto) y 0 (nulo). Los instrumentos que se valoran son los siguientes:

- Campañas de difusión sobre creación de empresas (CDIFCULTURA).
- Concursos y premios a las mejores ideas empresariales (CONCURSOSCULTURA).
- Cursos y seminarios de formación sobre creación de empresas (CURSOSCULTURA).
- Difundir información sobre oportunidades para crear empresas (INFORMCULTURA).

El Gráfico 14 muestra las diferencias en el uso de instrumentos de promoción entre las universidades andaluzas. Sevilla y Granada utilizan menos instrumentos de promoción que el resto de universidades andaluzas. La primera no lleva a cabo campañas de difusión sobre creación de empresas (CDIFCULTURA) mientras que la segunda no organiza concursos de ideas empresariales (CONCURSOSCULTURA), lo que sí hacen las restantes universidades andaluzas. Almería destaca sobre las demás al hacer uso de todos los instrumentos de promoción analizados. Tres de ellos son utilizados muy frecuentemente –campañas de difusión, concursos y distribución de información sobre oportunidades (INFORMCULTURA)– mientras que la organización de cursos de formación (CURSOSCULTURA) es sólo ocasional.

Al igual que en el análisis de la cultura empresarial, sumamos los resultados obtenidos en las anteriores variables para conseguir un índice global del uso de instrumentos para promocionar la cultura empresarial en la universidad (Cuadro 10).

Cuadro 10: Valoración del uso de instrumentos para promocionar la cultura empresarial en las universidades andaluzas

UNIVERSIDAD	PUNTUACIÓN
Almería	14
Cádiz	13
Córdoba	12
Granada	8
Huelva	11
Jaén	12
Málaga	12
Pablo de Olavide	13
Sevilla	9

Fuente: Elaboración propia.

Podemos señalar que Almería, Cádiz y Pablo de Olavide se encuentran en las posiciones más altas. Córdoba, Jaén, Huelva y Málaga ocupan las posiciones medias, mientras que Granada y Sevilla se encuentran en las más bajas. En algún caso parece existir una relación positiva entre el mayor uso de instrumentos de promoción de la cultura empresarial y la valoración que ésta recibe por parte de los responsables de las OTRIs y en el número de *spin-offs* creadas. Así ocurre en el caso Almería, que presenta valores elevados en la valoración de la cultura empresarial y en el uso de instrumentos para su fomento. En esta universidad, además, se crea a un mayor número de empresas que otras universidades del mismo tamaño. En otros casos, sin embargo, no se observa esta relación. Así, en Málaga el uso de instrumentos de promoción y el número de empresas creadas es más alto que en otras universidades andaluzas, pero la cultura empresarial está peor valorada que en las demás.

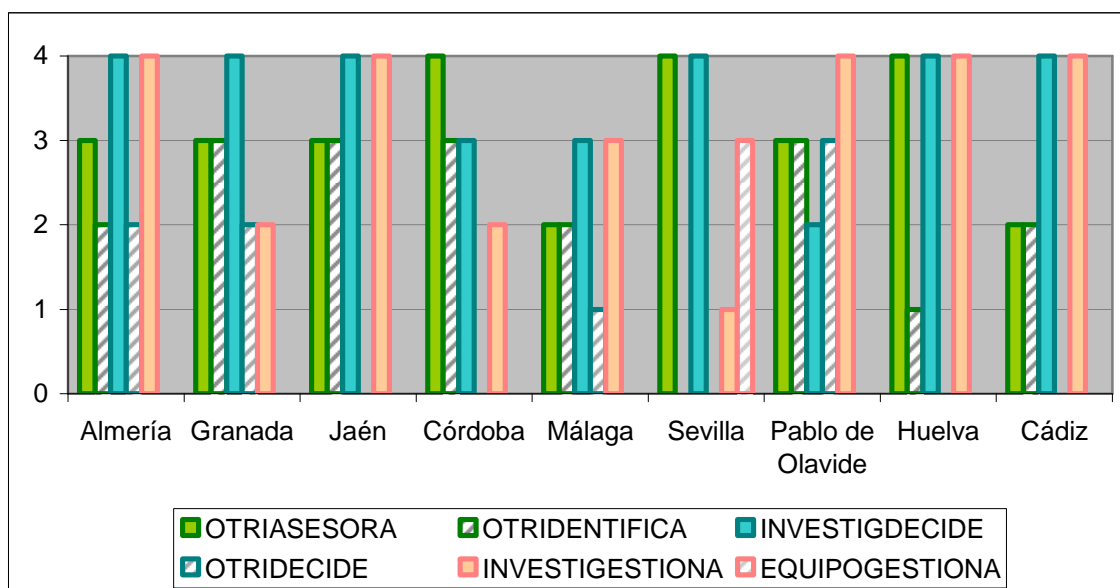
4.1.2. Participación de la OTRI en la identificación de las oportunidades empresariales

El nivel de implicación de la universidad en la identificación de las oportunidades es otro de los elementos que permiten diferenciar los distintos modelos de incubación. Mientras en el modelo de selección baja la identificación de las oportunidades y la selección del modo de explotación son llevadas a cabo por los investigadores, en el caso del modelo de apoyo la identificación de la oportunidad es indirecta (Clarysse et ál., 2005:196). Los investigadores recurren a la oficina de transferencia de tecnología (o estructura equivalente) buscando ayuda para gestionar la comercialización de sus resultados de investigación. Éstos son analizados por la oficina de transferencia de tecnología, que valora qué mecanismo de comercialización se adecua a sus características. Por último, en el modelo de incubadora la identificación de la oportunidad es proactiva, es decir, es la propia universidad quien se encarga de identificar oportunidades en las investigaciones que se llevan a cabo, decide el modo de explotación y contrata un equipo que gestiona la nueva *spin-off* (Clarysse et ál., 2005:197).

El Gráfico 15 refleja los resultados obtenidos en el análisis de la gestión de la oportunidad empresarial. El primer aspecto que se estudia es cómo se lleva a cabo la identificación de la oportunidad. Para ello, pedimos a los encuestados que valoren entre 0 y 4, siendo 0 nulo y 4 muy alto, el grado en que las actuaciones de la OTRI se corresponden con las siguientes: a) los investigadores identifican las oportunidades y acuden a la OTRI para recibir asesoramiento para la explotación (OTRIASESORA); y b) la OTRI analiza los resultados de la investigación de la universidad e identifica en

ellos oportunidades tecnológicas (OTRIDENTIFICA). De acuerdo con las respuestas obtenidas, se puede señalar que en las universidades de Sevilla, Córdoba, Huelva y Almería predomina la primera opción mientras que en las restantes universidades la identificación suele ser llevada a cabo tanto por la OTRI como por los investigadores.

Gráfico 15: Gestión de la oportunidad empresarial en las universidades andaluzas



Fuente: Elaboración propia.

El segundo aspecto del análisis es quién decide el modo de explotación de la oportunidad (*spin-off* o licencia de patente). Al igual que en el caso anterior, la decisión puede ser tomada por el investigador (INVESTIGDECIDE) o por la OTRI (OTRIDECIDE). En todas las universidades, salvo Pablo de Olavide, esta decisión corre a cargo del investigador. La OTRI también participa, aunque en menor medida, en las universidades de Almería, Granada y Málaga, mientras que en el resto de universidades su participación es nula.

El último aspecto de la gestión de la oportunidad empresarial que permite identificar el modelo de incubación es quién lleva a cabo la gestión de la *spin-off*. Esta actividad puede recaer en los investigadores (INVESTIGGESTIONA) o en un equipo contratado para ello (EQUIPOGESTIONA). En todas las universidades andaluzas, salvo Sevilla, suelen ser los investigadores. En Sevilla, en cambio, se suele contratar a un equipo especializado.

Para analizar de forma conjunta estas variables se han definido dos constructos:

- Participación del investigador en la gestión de la oportunidad empresarial. Se obtiene sumando los valores de las variables “los investigadores identifican las oportunidades y la OTRI asesora” (OTRIASESORA), “el investigador decide la forma de comercialización” (INVESTIGDECIDE) y “la gestión de la *spin-off* recae en manos del investigador” (INVESTIGGESTIONA). La variable toma valores entre 0 y 12.
- Participación de la OTRI en la gestión de la oportunidad empresarial. Se obtiene sumando los valores obtenidos en las variables “OTRI identifica oportunidades” (OTRIDENTIFICA), “OTRI decide la forma de comercialización” (OTRIDECIDE) y “la gestión de la *spin-off* queda en manos de un equipo contratado para ello” (EQUIPOGESTIONA). Al igual que la variable anterior, toma valores entre 0 y 12.

Cuadro 11: Valoración de la participación del investigador y de la OTRI en la gestión de la oportunidad empresarial

UNIVERSIDAD	PARTICIPACIÓN DEL INVESTIGADOR	PARTICIPACIÓN DE LA OTRI	PARTICIPACIÓN OTRI/INVESTIGADOR
Almería	11,00	4,00	36,36
Cádiz	10,00	2,00	20,00
Córdoba	9,00	3,00	33,33
Granada	9,00	5,00	55,56
Huelva	12,00	1,00	8,33
Jaén	11,00	3,00	27,27
Málaga	8,00	3,00	37,50
Pablo de Olavide	9,00	6,00	66,67
Sevilla	9,00	3,00	33,33

Fuente: Elaboración propia.

La primera columna del Cuadro 11 indica la valoración de la participación de los investigadores. De acuerdo con estos resultados, se puede señalar que las universidades que presentan una participación mayor del investigador son Huelva, Almería, Jaén y Cádiz. En Córdoba, Granada, Pablo de Olavide, Sevilla y Málaga los investigadores participan menos en la gestión de la oportunidad. En la participación de la OTRI (segunda columna) podemos identificar también tres grupos. En el primero encontramos la Universidad Pablo de Olavide, cuya OTRI participa en la gestión más que el resto de OTRIs andaluzas. En el segundo están las universidades de Almería, Córdoba, Granada, Sevilla, Jaén y Málaga, en las que es la participación es menor; y

finalmente en el tercer grupo se encuentran Cádiz y Huelva, cuyas OTRIs son las que menos participan en la gestión de la oportunidad empresarial.

De acuerdo estos resultados, parece ponerse de manifiesto que predomina el papel del investigador sobre el de la OTRI en la gestión de la oportunidad empresarial, lo que se asocia generalmente con el predominio de un modelo de selección baja. Sin embargo, el grado de implantación de este modelo no parece ser igual en todas las universidades. Para matizar este resultado, hemos calculado un índice que mide el porcentaje que representa la participación de la OTRI sobre la del investigador. Cuanto menor es el resultado, mayor es la diferencia entre ambas, por lo que la estrategia de incubación de la universidad se puede identificar en mayor medida con el modelo de selección baja. Hay que tener en cuenta que las valoraciones de la participación del investigador y de la OTRI no se encuentran en la misma escala, por lo que no son perfectamente complementarias. Los porcentajes de participación de la OTRI sobre el investigador son, por tanto, meramente indicativos. Los resultados obtenidos aparecen en la tercera columna del Cuadro 11. La Universidad de Huelva es la que apunta con mayor claridad al modelo de selección baja, seguida por Jaén, Sevilla, Cádiz, Córdoba, Almería y Málaga. En cambio, en las universidades de Granada y Pablo de Olavide las diferencias son menores, por lo que el modelo de incubación no se identifica con tanta claridad.

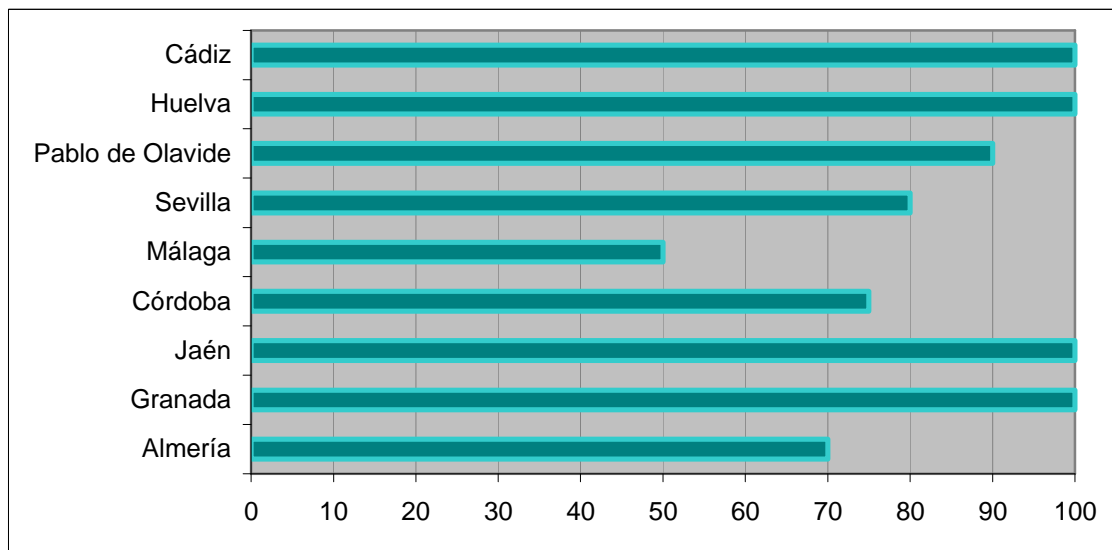
4.1.3. Porcentaje de proyectos seleccionados y criterios de selección utilizados

El nivel de exigencia y porcentaje de proyectos seleccionados sobre el total de presentados es diferente en los tres modelos de incubación estudiados. En el modelo de baja selección se utilizan pocos criterios para seleccionar los proyectos y, en consecuencia, son elegidos un gran número de proyectos. Además, las universidades que siguen este modelo de incubación conceden una importancia alta a la creación de empleo por parte de la nueva empresa. En cambio, en el modelo de apoyo el porcentaje de proyectos aprobados es menor que en el anterior. Las universidades que se identifican con el modelo de incubadora, por último, se caracterizan por seleccionar un porcentaje de proyectos muy reducido, ya que deben cumplir un elevado número de criterios, similares a los que utilizan las empresas de capital riesgo para decidir en qué empresa van a invertir.

Al analizar el porcentaje de proyectos aprobados por las universidades andaluzas (Gráfico 16) se pueden diferenciar tres grupos. En el primero se encuentra la Universidad de Málaga, la más selectiva, en la que sólo se promueven la mitad de los proyectos presentados. Un segundo grupo de universidades está formado por

aquéllas en las que el porcentaje de proyectos aprobados se sitúa entre el 90 y 70% de los presentados, es decir, las universidades de Almería, Córdoba, Pablo de Olavide y Sevilla. Por último, el tercer grupo está formado por las universidades de Cádiz, Granada, Huelva y Jaén, agrupa a las universidades que han aprobado todos los proyectos seleccionados

Gráfico 16: Porcentaje de proyectos seleccionados sobre el total de proyectos presentados



Fuente: Elaboración propia.

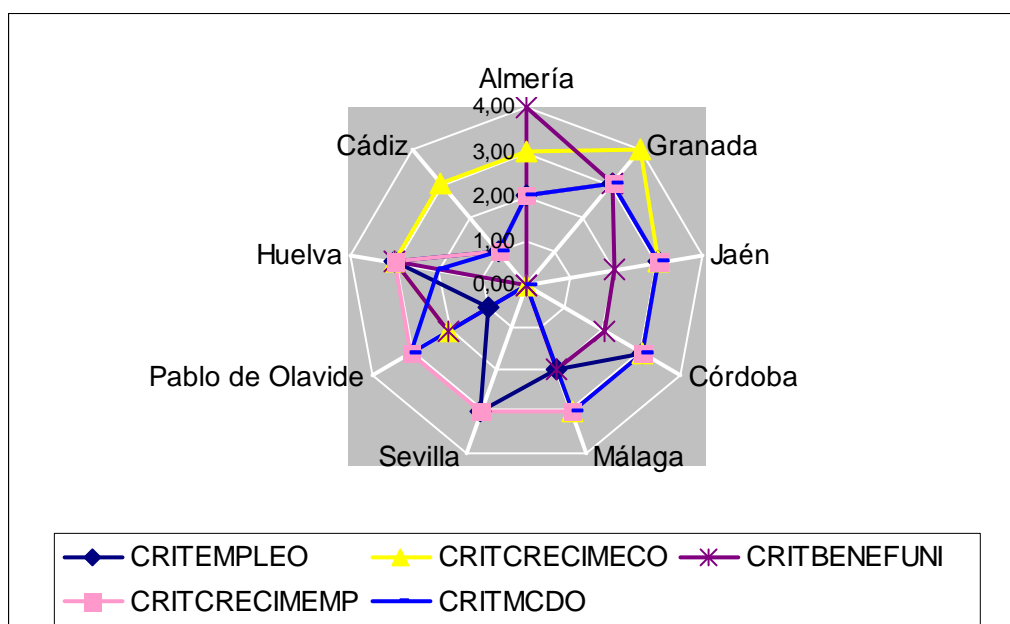
El análisis del porcentaje de proyectos aprobados se complementa con la revisión de los criterios de selección utilizados por las universidades. Para ello, se pidió a los entrevistados que valoraran entre 0 (nula) y 4 (muy alta) la importancia que tienen para la OTRI los tres tipos de criterios siguientes, que fueron valorados en función varios ítems cada uno:

1. Criterios relacionados con el nivel de empleo y crecimiento esperado de la futura empresa. Son cinco:
 - a. Número de empleos nuevos que se espera que van a ser creados por la nueva empresa (CRITEMPLEO).
 - b. Nivel de crecimiento esperado de la *spin-off* universitaria (CRITCRECIMEMP).
 - c. Nivel de crecimiento económico que se espera que la nueva empresa genere en el territorio (CRITCRECIMECO).

- d. Mercados hacia los que se dirige la nueva empresa (CRITMCDO).
 - e. Retornos esperados para la universidad (CRITBENEFUNI).
2. Criterios relacionados con la tecnología del proyecto. Son tres:
- a. Grado de relación existente entre la tecnología desarrollada por la *spin-off* y las empresas del entorno (CRITEJIDO).
 - b. Grado de innovación que implica la tecnología de la nueva empresa (CRITINNOVA).
 - c. Fase de desarrollo en que se encuentra la tecnología de la nueva empresa (CRITECNDESARLL).
3. Grado en que el proyecto cumple la normativa de la universidad sobre creación de empresas (CRITNORM).

En los gráficos siguientes se encuentran representadas las respuestas obtenidas.

Gráfico 17: Importancia de los criterios relacionados el empleo y el crecimiento en la selección de proyectos en las universidades andaluzas

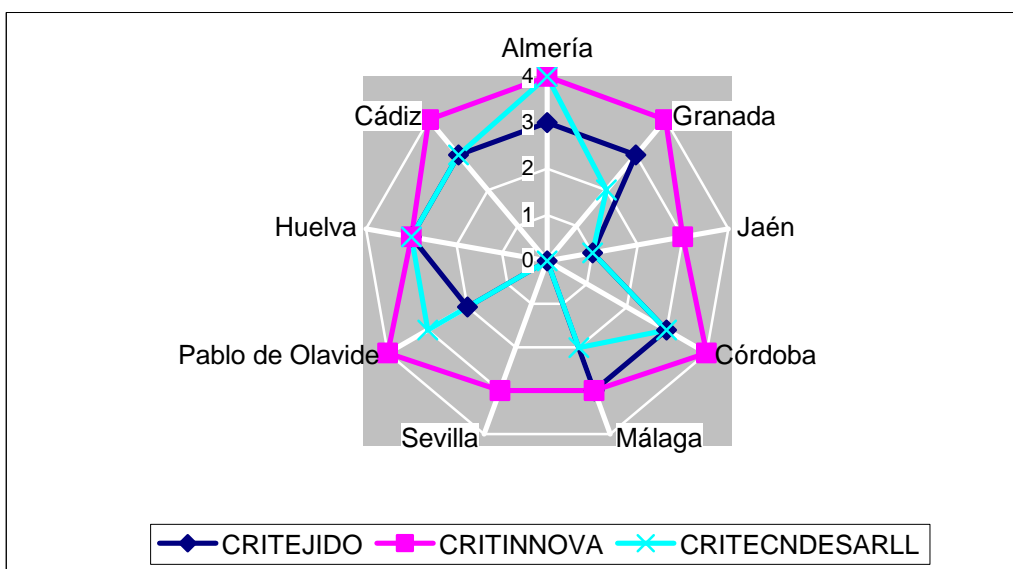


Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 17 recoge la importancia que las universidades andaluzas conceden a los criterios relacionados con el empleo y el crecimiento. Como se puede observar, las universidades que consideran menos criterios de empleo y crecimiento son Cádiz y Sevilla, que sólo tienen en cuenta el crecimiento económico que va a provocar en el

territorio (CRITCRECIMECO) –en el caso de Cádiz– y el crecimiento esperado de la nueva empresa (CRITCRECIMEMP) y el nivel empleo que esta va a generar (CRITEMPLEO) en el caso de Sevilla. El resto de universidades tienen en cuenta otros criterios además de éstos, aunque les conceden una importancia desigual. En la Universidad de Granada y la Pablo de Olavide se valoran los mercados hacia los que se dirige la nueva empresa (CRITMCDO) y el beneficio esperado para la universidad (CRITBENEFUNI), mientras que el resto de universidades sólo tiene en cuenta uno de estos criterios. A diferencia de las demás, en la Pablo de Olavide se tienen en cuenta casi todos los criterios de selección, aunque únicamente dos se consideran importantes o muy importantes.

Gráfico 18: Importancia del cumplimiento de la normativa y los criterios relacionados con la tecnología en la selección de proyectos por las universidades andaluzas



Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 18 recoge la valoración que las universidades andaluzas conceden diferentes aspectos tecnológicos como criterios para seleccionar proyectos de creación de *spin-offs*. Entre éstos destaca la innovación que incorpora el proyecto (CRITINNOVA), cuya importancia es alta o muy alta en todas las universidades. En cambio, la relación del proyecto con las tecnologías implantadas en el territorio (CRITEJIDO) y las características de la tecnología desarrollada en el proyecto (CRITECNDESARLL) son criterios valorados de forma desigual. Mientras las universidades de Sevilla y Jaén apenas los tienen en cuenta, el resto les concede una importancia alta o muy alta.

Si a estos resultados añadimos los obtenidos en el análisis de los criterios relacionados con el crecimiento y el empleo, podemos señalar que la Universidad de Sevilla es la menos selectiva de Andalucía. Le siguen las universidades de Cádiz, Pablo de Olavide y Jaén. En las dos primeras son considerados importantes pocos criterios relacionados con el empleo y el crecimiento, mientras que en Jaén son los criterios de innovación los que reciben menos valoración. Para el resto de universidades son importantes casi todos los criterios analizados.

Cuadro 12: Número de criterios que las universidades andaluzas tienen en cuenta para seleccionar proyectos de creación de *spin-offs* universitarias

UNIVERSIDAD	NÚMERO DE CRITERIOS
Almería	6
Cádiz	5
Córdoba	8
Granada	8
Huelva	8
Jaén	6
Málaga	6
Pablo de Olavide	5
Sevilla	4

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 12 refleja el número de criterios que las universidades tienen en cuenta al seleccionar los proyectos de creación de *spin-offs* que van a promocionar. Los hemos calculado teniendo en cuenta únicamente aquéllos que los responsables de las OTRIs han valorado como importantes o muy importantes (valores 3 y 4). Combinando estos resultados con los porcentajes de proyectos seleccionados representados en el Gráfico 18, podemos identificar tres grupos de universidades. En el primero se encuentra la Universidad de Málaga, en la que se utiliza un número de criterios intermedio, comparado con el resto de universidades, pero cuyo porcentaje de proyectos aprobados es considerablemente menor. El segundo grupo está formado por las universidades de Córdoba, Granada, Almería y Huelva. El número de criterios utilizados es igual o mayor que el de la Universidad de Málaga pero presentan un porcentaje de proyectos aprobados similar a la media andaluza. Finalmente, las universidades de Cádiz, Sevilla, Pablo de Olavide y Jaén presentan un grado de selectividad menor, ya sea por el número de criterios que tienen en cuenta o porque presentan un porcentaje de proyectos aprobados mayor al del resto de universidades andaluzas.

Resulta interesante comparar el grado de selectividad de las universidades y el esfuerzo que desarrollan en creación de *spin-offs*. Las universidades menos selectivas son –exceptuando Cádiz– las que presentan un menor esfuerzo en creación de *spin-offs*, mientras que lo contrario ocurre en el caso de Málaga, Almería, Córdoba o Granada. Se puede deducir que en estas últimas universidades se presentan más proyectos de creación de empresas, de modo que los responsables de las políticas de promoción pueden ser más selectivos y, a pesar de ello, se crean más empresas que en el resto de universidades.

Podemos concluir que las universidades andaluzas presentan un nivel de selectividad similar al del modelo de selección baja, ya que en todas ellas se aprueban al menos la mitad de los proyectos aprobados y el número de criterios que se tienen en cuenta para la selección de los mismos es reducido. Sin embargo, existen diferencias entre las universidades. Las que se encuentran más cerca de este modelo son Cádiz, Sevilla, Pablo de Olavide y Jaén, las menos selectivas de Andalucía, seguidas por el resto de universidades salvo Málaga. En esta última el nivel de selectividad es más alto, aunque, tenor del análisis realizado en capítulos anteriores, no lo suficiente como para indicar que se esté desarrollando un modelo de apoyo.

4.1.4. La tecnología en los proyectos seleccionados

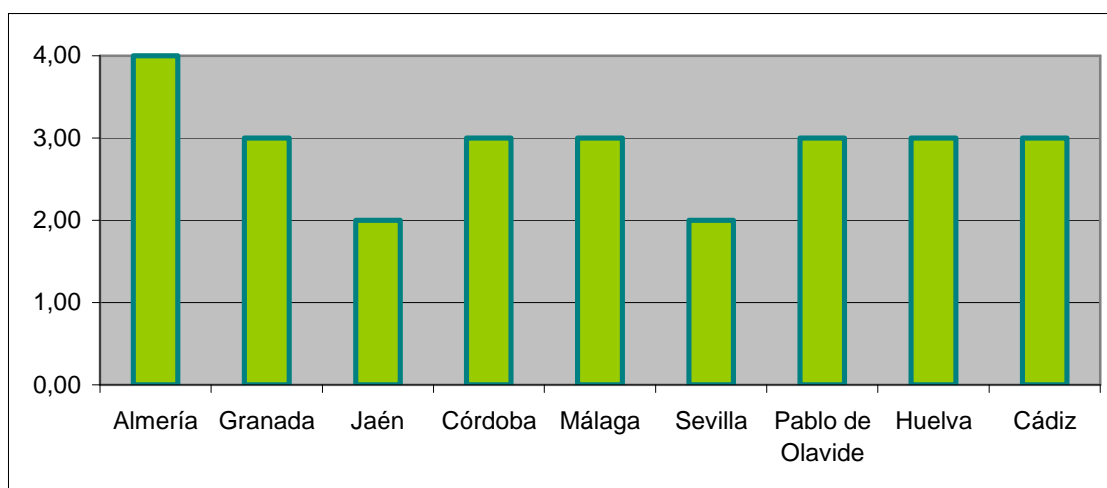
Como se ha visto en el capítulo precedente, los modelos de incubación identificados en Europa conceden una importancia diferente a la tecnología. Ello se refleja en tres aspectos: el grado de desarrollo de la tecnología cuando se aprueba el proyecto, el porcentaje de proyectos de base tecnológica sobre el total de proyectos aprobados y la disponibilidad de la OTRI a comprar patentes para completar la base tecnológica de los proyectos. Estos aspectos son diferentes de acuerdo con el modelo de incubación implantado. En los modelos de apoyo e incubadora no se promueve la creación de la empresa hasta que la tecnología que se va a explotar no ha sido adaptada para su comercialización. En el de selección baja, en cambio, este aspecto no es determinante. Así, es habitual que se promuevan empresas de asesoría o servicios en las que la tecnología tiene menor importancia, aunque también se desarrollan proyectos de *spin-offs* altamente tecnológicas y que desarrollan su actividad en ramas de actividad tecnológicamente punteras e intensivas en conocimiento. Finalmente, se puede señalar que en el modelo de incubadora y, en menor medida, en el modelo de apoyo, la universidad en ocasiones compra licencias de patente para completar la tecnología que van a desarrollar las nuevas empresas. A continuación analizamos estos aspectos en las OTRIs andaluzas, con el objetivo de

determinar la importancia que conceden a la tecnología y poder identificar el modelo de incubación que están desarrollando.

Grado de desarrollo de la tecnología en los proyectos aprobados

El Gráfico 19 recoge el nivel de desarrollo de la tecnología en los proyectos aprobados en las universidades andaluzas. Se pidió a los responsables de las OTRIs que valoraran en qué fase de desarrollo se suele encontrar la tecnología en los proyectos aprobados. Para ello se les ofrecieron cinco posibilidades: en proyecto (0), embrionaria (1), poco desarrollada (2), medianamente desarrollada (3) o plenamente desarrollada (4).

Gráfico 19: Nivel de desarrollo de la tecnología de los proyectos aprobados en las universidades andaluzas



Fuente: Elaboración propia.

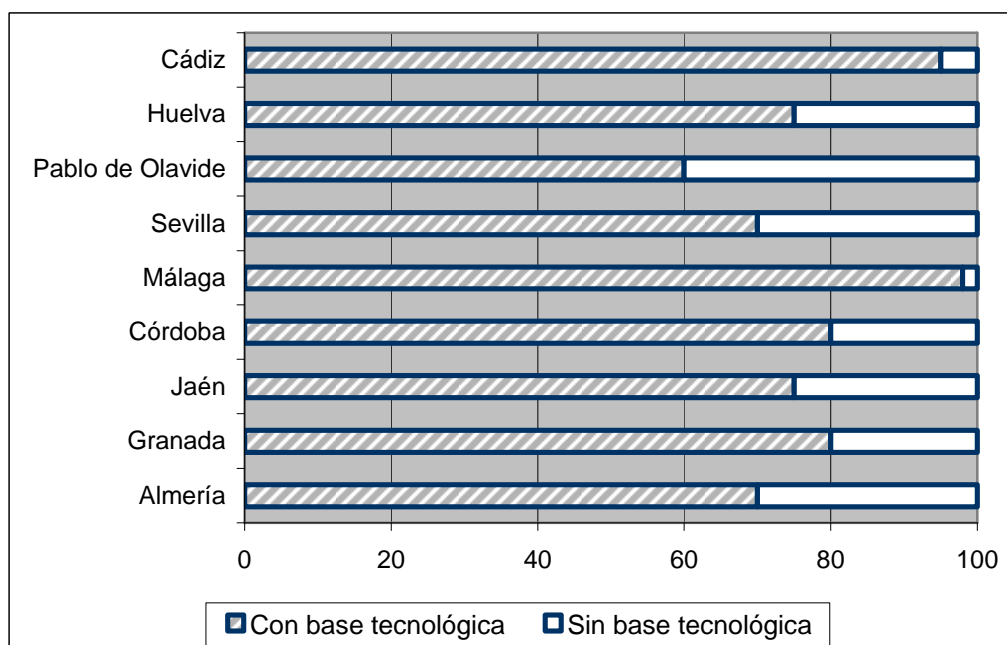
Como se puede observar en el gráfico, ninguna universidad aprueba la creación de *spin-offs* cuya tecnología se encuentre en proyecto o embrionaria. Jaén y Sevilla se centran en proyectos cuya tecnología se encuentra poco desarrollada, mientras que en el resto de universidades, salvo Almería, el grado de perfeccionamiento es intermedio. En esta última universidad se espera a que la tecnología se encuentre plenamente desarrollada para aprobar el proyecto.

Porcentaje de proyectos de base tecnológica sobre el total de proyectos aprobados

El porcentaje de proyectos de base tecnológica sobre el total de proyectos aprobados (Gráfico 20) también difiere entre las universidades andaluzas. Mientras en algunas universidades, como Málaga o Cádiz, los proyectos sin base tecnológica son raramente aprobados, en otras suponen entre el 20 y el 40% de los proyectos

aprobados. Entre ellas destaca la Pablo de Olavide, universidad en la que el porcentaje de proyectos sin base tecnológica es mayor.

Gráfico 20: Porcentaje de proyectos de base tecnológica sobre el total de proyectos aprobados en las universidades andaluzas



Fuente: Elaboración propia.

No se observa relación entre el porcentaje de proyectos de base tecnológica y el grado de desarrollo de la tecnología de los mismos. Las universidades en las que el porcentaje de los primeros es mayor es mayor, como Málaga o Cádiz, el nivel de desarrollo de la tecnología es medio, pero también lo es en la Universidad Pablo de Olavide, en la que las empresas de base tecnológica constituyen un porcentaje menor. En cambio, sí se puede observar relación con el nivel de selectividad de los proyectos en cada universidad, analizado anteriormente. Así, las universidades de Málaga, Córdoba o Granada, que se encuentran entre las más selectivas de Andalucía, son también las que aprueban un mayor porcentaje de empresas de base tecnológica, mientras lo contrario ocurre en las universidades de Sevilla y Pablo de Olavide. Si revisamos los criterios de selección que utilizan las primeras, se puede observar que

conceden una importancia elevada a los relacionados con la tecnología. Así, las estrategias de promoción de las universidades de Málaga, Córdoba y Granada favorecen la creación de empresas en las que la tecnología es importante y se encuentra relacionada con el entorno. Esta decisión se puede deber, entre otras causas, a la consideración de que las empresas de base tecnológica pueden ser más beneficiosas para el territorio o la universidad. Cabe destacar, además, la influencia del Programa Campus, que está dirigido a las empresas de base tecnológica y, como se indicó al comienzo de este capítulo, es la principal herramienta de promoción de las *spin-offs* en Andalucía. Esta preferencia por las empresas de base tecnológica se da también en la Universidad de Cádiz que, a pesar de presentar un grado de selectividad menor al de la mayor parte de las universidades analizadas, basa su selección de proyectos en criterios relacionados con la tecnología, lo que se refleja en un mayor porcentaje de empresas de base tecnológica. Lo contrario ocurre en Sevilla y Pablo de Olavide, en las que los criterios relacionados con el empleo y el crecimiento son los más utilizados para seleccionar proyectos y donde se observa un menor porcentaje de empresas de base tecnológica.

Posibilidad de que la OTRI adquiera licencias de patente

El análisis de la tecnología se completa con las respuestas que los encuestados dieron al preguntarles con qué frecuencia las OTRIs han comprado licencias de patente para completar la base tecnológica de las *spin-offs*. Salvo en los casos de las universidades de Málaga y Granada, que llevaron a cabo esta actividad rara vez y de forma ocasional respectivamente, todos los encuestados coinciden en señalar que nunca se ha completado la base tecnológica de las empresas con la compra de licencias.

Sintetizando ahora las observaciones realizadas sobre las tres variables anteriores, puede señalarse que se identifican tres grupos de universidades de acuerdo con la importancia que conceden a la tecnología en los proyectos aprobados. En el primero se encuentran las universidades de Granada y Málaga, que se caracterizan por aprobar un elevado porcentaje de empresas de base tecnológica (Gráfico 11), impulsar proyectos cuya tecnología se encuentra desarrollada (Gráfico 10) y haber comprado en alguna ocasión licencias de patente para completar la tecnología de éstos. En estas universidades, por tanto, se concede una mayor importancia a la tecnología de los proyectos seleccionados, lo que constituye un rasgo propio del modelo de apoyo. En el segundo incluimos las universidades de Almería, Cádiz y Córdoba. En ellas, los proyectos de base tecnológica suponen un porcentaje

elevado y sólo aprueban proyectos en los que la tecnología ya se encuentra en una fase avanzada de desarrollo. En este grupo de universidades predominan también los rasgos del modelo de apoyo. Por último, las universidades de Sevilla, Huelva, Jaén y Pablo de Olavide conceden una menor importancia a la tecnología de los proyectos, lo que se refleja en un mayor porcentaje de proyectos aprobados sin base tecnológica. Este es un rasgo de la estrategia de baja selección.

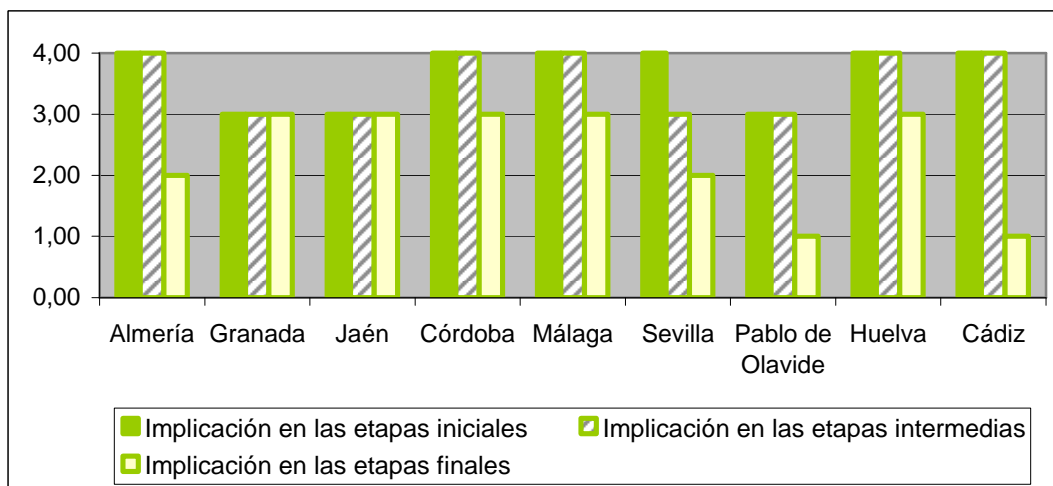
4.1.5. Actividades desarrolladas por las OTRIs en las diferentes etapas del proceso de creación y desarrollo de las spin-offs

Como se señaló en el capítulo precedente, los modelos de incubación se diferencian entre sí en las actividades que las OTRIs llevan a cabo en el proceso de creación de las *spin-offs*. Dos son aquí los aspectos a considerar: 1) etapas del proceso de desarrollo de las empresas en las que las OTRIS centran su actividad; 2) actividades que se llevan a cabo en ellas. A continuación se analizan ambos aspectos, que permiten identificar características de los modelos de incubación estudiados en las universidades andaluzas.

Etapas del proceso de creación y desarrollo de las spin-offs en las que se centra la actividad de la OTRI

En el capítulo anterior se señaló que en el modelo de selección baja la actividad de la universidad se centra en las etapas iniciales, hasta que la empresa logra alcanzar el umbral de credibilidad, mientras que en los modelos de apoyo e incubadora es habitual que la universidad siga la evolución de la empresa en etapas posteriores de desarrollo. El seguimiento de la empresa es máximo en el caso del modelo de incubadora, en el que las universidades suelen participar incluso en planes de expansión e internacionalización de las empresas.

Gráfico 21: Grado de implicación de las OTRIs andaluzas en las etapas de desarrollo de las spin-offs universitarias



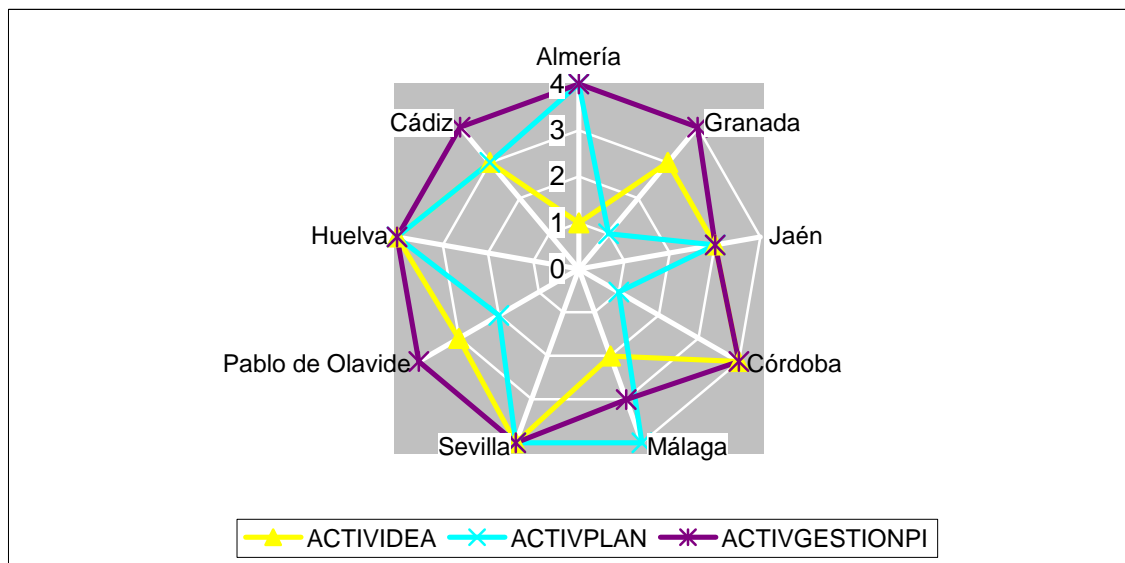
Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 21 representa la valoración que los encuestados hacen del grado de implicación de las universidades andaluzas en las etapas de desarrollo de las *spin-offs*. Los valores oscilan entre 0 (nulo) y 4 (muy alto). Los datos reflejan que, en general, las actuaciones de las OTRIs andaluzas se encuentran en mayor medida en las etapas iniciales e intermedias, disminuyendo en las etapas finales. Sin embargo, también se observa una participación notable en las etapas finales cuando se trata de las universidades de Málaga, Granada, Jaén, Córdoba, Huelva y, en menor medida, Sevilla y Almería. En la situación opuesta se encuentra las universidades Pablo de Olavide y Cádiz, que apenas se implican en la evolución posterior de la *spin-off*.

Tipo de actividades desarrolladas por las OTRIs en el proceso de creación y desarrollo de las spin-offs

Como se indicó anteriormente, las actuaciones que la universidad desarrolla en cada modelo de incubación son diferentes. En el caso del de selección baja, se centran en el diseño de la idea empresarial y el plan de empresa, a lo que se suman, en el caso del modelo de apoyo, actividades como la provisión de oficinas, la selección de personal y la gestión de la propiedad intelectual. En el caso del modelo de incubadora, las oficinas de transferencia ayudan al equipo promotor en la redacción de su plan de empresa que, en ocasiones, es presentado a empresas de capital-riesgo vinculadas con la universidad. Además, la empresa se suele situar durante los primeros años de actividad en incubadoras de la universidad o de organismos asociados y la universidad suele colaborar con la empresa en la elaboración de planes de expansión e internacionalización.

Gráfico 22: Actuaciones de las OTRIs andaluzas en las etapas iniciales de la creación de las spin-offs

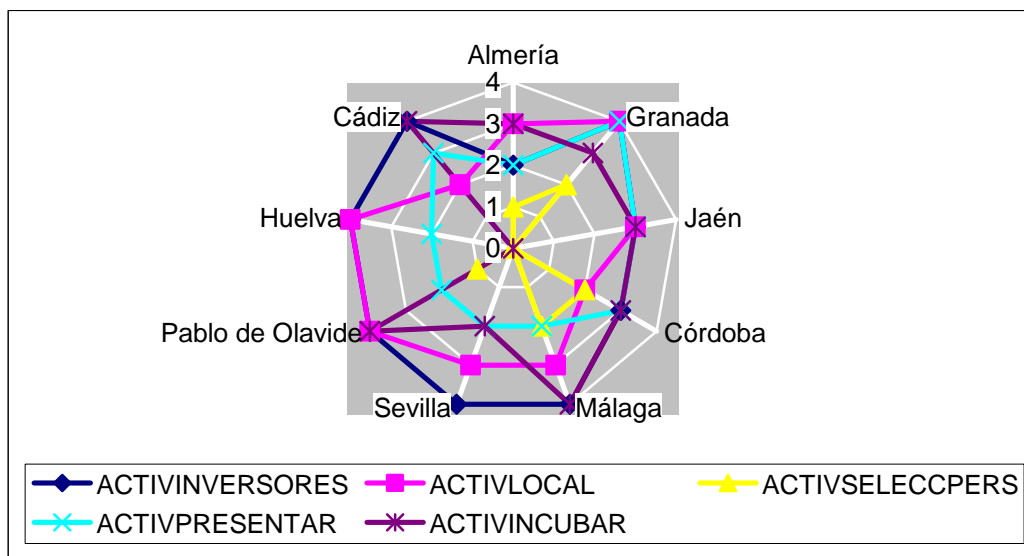


Fuente: Elaboración propia.

En los gráficos 22-24 se representa la frecuencia con que las OTRIs andaluzas llevan a cabo diversas actividades que facilitan la creación y el desarrollo de las *spin-offs*, que se ha medido con valores comprendidos entre 0 (frecuencia nula) y 4 (muy frecuentemente). Con el objetivo de clarificar el análisis se han diferenciado las actuaciones de acuerdo con la etapa de desarrollo del proyecto en la que se llevan a cabo.

Durante las primeras etapas de desarrollo de la empresa, las OTRIs andaluzas llevan a cabo tres actuaciones principales: 1) repensar la idea de negocio con los emprendedores (ACTIVIDEA); 2) diseñar el plan de empresa (ACTIVPLAN) y 3) gestionar la propiedad intelectual de la empresa (ACTIVGESTIONPI). La más habitual es la última, realizada frecuente o muy frecuentemente por todas las OTRIs andaluzas. Esto no resulta extraño, ya que una de las actividades que éstas llevan a cabo desde sus inicios es la gestión de la propiedad intelectual. Tanto el replanteamiento de la idea de negocio como el asesoramiento en el plan de empresa son actividades realizadas frecuente o muy frecuentemente por las universidades de Cádiz, Jaén, Huelva y Sevilla. Sin embargo, Granada, Córdoba y Pablo de Olavide colaboran en la elaboración del plan de empresa con escasa frecuencia, y Almería y Málaga no suelen participar en la definición de la idea de negocio.

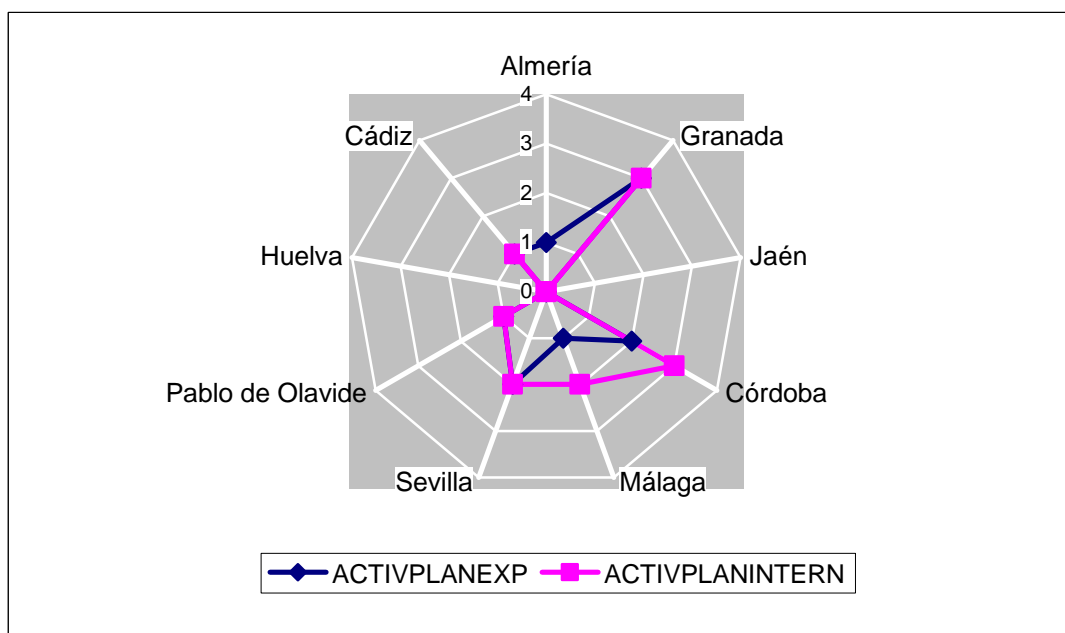
Gráfico 23: Actuaciones de las OTRIs andaluzas en las etapas intermedias de la creación de las *spin-offs* universitarias



Fuente: Elaboración propia.

En las etapas intermedias de la creación de la *spin-off* consideramos cinco actividades: 1) Búsqueda de inversores (ACTIVINVERSORES); 2) búsqueda de local para situar la empresa (ACTIVLOCAL); 3) participación en la selección de personal para la empresa (ACTIVSELECCPERS); 4) presentación del plan de empresa a posibles inversores (ACTIVPRESENTAR) y 5) establecimiento de acuerdos con incubadoras independientes (ACTIVINCUBAR). Se pueden identificar diferencias en la frecuencia con que las universidades andaluzas llevan a cabo estas actividades. Pablo de Olavide, Granada y Málaga son las que desarrollan con mayor asiduidad, destacando la búsqueda de inversores y de local y, en menor medida, la presentación del plan de empresa a posibles inversores y la selección de personal. En las posiciones intermedias se encuentran Córdoba y Cádiz, que se diferencian de las anteriores por participar menos en la selección de personal y en la búsqueda de local para la nueva empresa. Por último, Almería, Huelva, Jaén y Sevilla presentan una menor implicación en las actividades analizadas, especialmente en la selección de personal, la presentación del proyecto de empresa a posibles inversores y el establecimiento de acuerdos con incubadoras independientes.

Gráfico 24: Actuaciones de las OTRIs andaluzas en las etapas finales de creación de las *spin-offs* universitarias



Fuente: Elaboración propia.

En las etapas finales del proceso de creación de la empresa *spin-off* consideramos dos actividades: 1) desarrollo de planes de expansión (ACTIVPLANEXP); y 2) desarrollo de planes de internacionalización (ACTIVPLANINTERN); El desarrollo de estas actuaciones en las universidades andaluzas es escaso. Destacan Córdoba y Granada, donde se llevan a cabo frecuentemente, seguidas de Málaga y Sevilla, donde son actividades ocasionales. El resto de universidades no han realizado nunca estas actividades, o lo han hecho con muy escasa frecuencia.

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos diferenciar tres grupos de universidades. En el primero se encuentran Granada, Córdoba y Málaga, que desarrollan actividades en las tres etapas analizadas, aunque su participación se reduce conforme avanza el desarrollo de la empresa. Este rasgo apunta a que pueden estar llevando a cabo un modelo de apoyo, ya que sus actividades no se limitan al inicio de la empresa, sino que continúan a lo largo de sus primeros años de vida e incluso colaboran en actividades posteriores como su expansión o internacionalización. En el segundo grupo se encuentra la Universidad de Sevilla, que concentra principalmente su actividad en la etapa inicial, aunque también lleva a cabo algunas actuaciones en las etapas finales de la empresa en mayor medida que las universidades no señaladas anteriormente. Por último, las universidades de Cádiz, Almería, Huelva, Jaén y Pablo de Olavide concentran sus actuaciones en las etapas iniciales de las *spin-offs*, reduciendo drásticamente su actividad en las etapas

intermedia y final, lo que indica que estas universidades pueden estar desarrollando un modelo de selección de baja.

4.1.6. La financiación de las *spin-offs* andaluzas

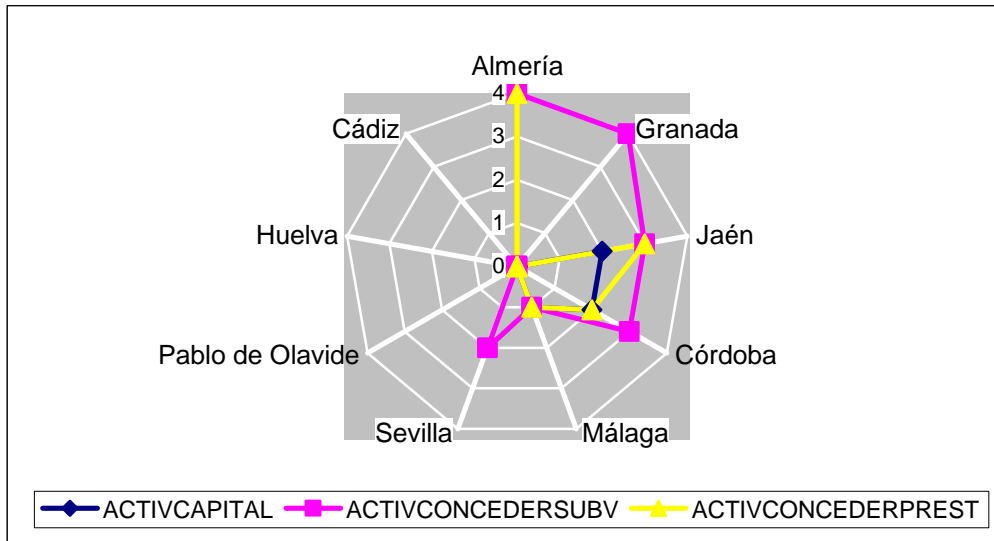
Otro elemento de la estrategia de incubación que llevan a cabo las universidades es la financiación de las *spin-offs*. En ella se pueden destacar dos aspectos, que son distintos en los modelos de incubación analizados: 1) participación de la universidad en la financiación y 2) fuentes de las que procede la financiación de las empresas. Las universidades que se identifican con el modelo de selección baja suelen conceder recursos públicos a las empresas durante sus primeras etapas de actividad. Sus necesidades de capital son menores que las de las empresas de los modelos de apoyo o incubadora, y se cubren en su mayor parte con los fondos públicos proporcionados por la universidad. En el caso del modelo de apoyo, las *spin-offs* tienen acceso a fondos públicos, aunque en muchos casos estos no son suficientes para cubrir sus necesidades de capital, por lo que con frecuencia se recurre a bancos o empresas de capital-riesgo. En el modelo de incubadora, las amplias necesidades de capital de las empresas se satisfacen con fondos propios de la universidad o de empresas de capital-riesgo con las que la universidad establece redes de colaboración.

A continuación analizamos ambos aspectos en el caso de las universidades andaluzas, lo que nos permitirá determinar si en ellas domina alguno de los modelos de incubación identificados.

*Participación de las OTRIs en la financiación de las *spin-offs**

Diferenciamos tres modos de participación de la OTRI en la financiación de la empresa: 1) Participación en el capital (ACTIVCAPITAL); 2) concesión de subvenciones (ACTIVCONCEDERSUBV); y 3) concesión de préstamos (ACTIVCONCEDERPREST). Para medirlos, pedimos a los encuestados que valoraran entre 0 (nula) y 4 (muy alta) la frecuencia con que llevaban a cabo estas actividades.

Gráfico 25: Participación de las OTRIs andaluzas en la financiación de las *spin-offs* universitarias



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el Gráfico 25, existen importantes diferencias entre las universidades andaluzas. Podemos identificar tres grupos entre ellas. En el primero se encuentran Almería, Córdoba y Jaén, que contribuyen a la financiación de las *spin-offs*. Para ello conceden préstamos y subvenciones y, en menor medida, participan en el capital de las empresas. En el segundo se encuentran Málaga, Granada y Sevilla, llevan a cabo actividades de financiación de forma ocasional. Las dos últimas conceden subvenciones pero no dan préstamos ni participan en el capital. Ambas actividades, en cambio, son desarrolladas por la Universidad de Málaga aunque sólo ocasionalmente. Por último, las universidades de Cádiz, Huelva y Pablo de Olavide no llevan a cabo ninguna actividad relacionada con el capital de las *spin-offs*.

Procedencia de la financiación de las spin-offs universitarias andaluzas

Una vez observada la participación de la universidad en la financiación de las *spin-offs*, pasamos a analizar el uso que estas empresas hacen del resto de fuentes de financiación posibles (Gráfico 26). Para ello pedimos a los responsables de las OTRIs andaluzas que valoraran entre 0 (nula) y 4 (muy alta) la importancia que tienen para las *spin-offs* creadas en su universidad las siguientes fuentes de financiación:

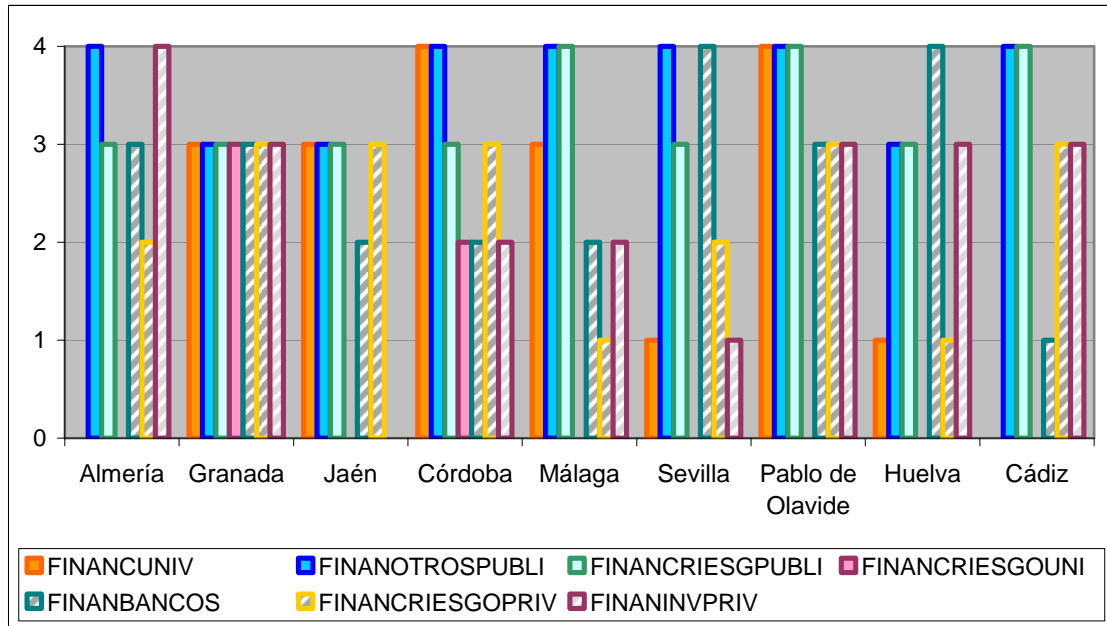
1. Fondos de la universidad (FINANUNIV). En ellos se incluyen los préstamos, subvenciones y participaciones en el capital, anteriormente analizados.

2. Otros fondos públicos (FINANOTROSPUBLI). Pueden ser, por ejemplo, las ayudas del Programa Campus o la financiación que se obtiene de concursos como UNIEMPRESIA⁴³.
3. Entidades crediticias y financieras (FINANBANCOS).
4. Capital riesgo público (FINANCRIESGOPUBLI). En el caso de Andalucía, destaca el fondo INVERCARIA (Inversión y Gestión de Capital Riesgo de Andalucía) que, como se indicó al principio de este capítulo, depende de la Junta de Andalucía y se dirige a la financiación de las empresas Campus.
5. Capital riesgo privado (FINANCRIESGOPRIV).
6. Capital riesgo de la universidad (FINANCRIESGOUNI).
7. Financiación procedente de inversores privados (FINANINVPRIV). En esta categoría se incluyen tanto las aportaciones de los socios, amigos o familiares, como las que pueden realizar otras empresas o particulares en la empresa, como los *business angels*⁴⁴.

Gráfico 26: Fuentes de financiación de las *spin-offs* andaluzas

⁴³ UNIEMPRESIA es un concurso anual que premia las mejores ideas para la creación de *spin-offs* universitarias. Está coordinado por la Universidad de Santiago de Compostela, cuenta con el patrocinio del Ministerio de Ciencia e Innovación, el Grupo Santander, el portal Universia y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

⁴⁴ Los *Business Angels* (o “inversores ángeles”) son individuos o entidades que proveen capital para una nueva empresa, usualmente a cambio de acciones. A diferencia de las entidades de capital riesgo, que suelen administrar profesionalmente dinero de terceros, los *business angels* invierten habitualmente sus propios fondos.



Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de facilitar la interpretación del gráfico, se han calculado dos constructos que miden el uso de fondos públicos y privados en la financiación de las *spin-offs* andaluzas. Para poder hacer comparaciones entre ellos no se ha considerado en su elaboración la variable “capital-riesgo de la universidad”, que sólo existe en las universidades de Córdoba y Granada. El primero de esos constructos se ha calculado sumando las puntuaciones obtenidas por cada universidad en las variables indicativas de la financiación procedente fondos públicos, es decir, de la universidad (FINANUNIV), el capital riesgo público no universitario (FINANCRIESGOPUBLI) y otros fondos públicos (FINANOTROSPUBLI). En el segundo se suman las puntuaciones obtenidas en las variables que miden la financiación procedente fuentes privadas como bancos (FINANBANCOS), empresas de capital riesgo privadas (FINANCRIESGOPRIV) y otros inversores privados (FINANINVPRIV). Los resultados varían entre 0 y 12 y se detallan en el Cuadro 13.

Los resultados obtenidos reflejan importantes diferencias entre las universidades andaluzas. Podemos identificar tres grupos de universidades. En el primero, integrado por las universidades de Cádiz, Córdoba, Jaén, Málaga, Pablo de Olavide y Sevilla, los fondos públicos tienen más importancia que los privados en la financiación de las *spin-offs* universitarias. Dentro de los fondos públicos, la financiación con capital riesgo y otros fondos públicos destaca en Málaga y Cádiz, mientras que los últimos destacan en Sevilla. La financiación de la universidad es mayor en el caso de Córdoba que en otras universidades andaluzas, mientras que en Jaén y Pablo de Olavide todos los fondos públicos reciben la misma valoración. En el

segundo grupo de universidades únicamente se encuentra Granada, donde la importancia de los fondos públicos y privados para la financiación de las *spin-offs* es igual. Además, ningún tipo de fondo destaca sobre los demás. Por último, en las *spin-offs* de Almería y Huelva tienen más importancia los fondos privados que los públicos y, entre los primeros, se señalan los inversores privados y los bancos como fuentes de financiación principales.

Cuadro 13: Valoración de la uso de los fondos públicos y privados en la financiación de las *spin-offs* andaluzas

UNIVERSIDAD	FONDOS PÚBLICOS	FONDOS PRIVADOS	PORCENTAJE PRIV/PCO
Almería	7,00	9,00	128,57
Cádiz	8,00	7,00	87,50
Córdoba	11,00	7,00	63,64
Granada	9,00	9,00	100,00
Huelva	7,00	8,00	114,29
Jaén	9,00	5,00	55,56
Málaga	11,00	5,00	45,45
Pablo de Olavide	12,00	9,00	75,00
Sevilla	8,00	7,00	87,50

Fuente: Elaboración propia.

A partir de este análisis podemos extraer algunas ideas que nos permitan aproximarnos al modelo de incubación de *spin-offs* que están desarrollando las universidades andaluzas. En un primer grupo se encuentran las universidades de Cádiz, Pablo de Olavide y Huelva. En ellas, las OTRIs no participan en la financiación de las *spin-offs*, sino que únicamente se dedican al asesoramiento. Este aspecto no se puede identificar con ninguno de los modelos de incubación estudiados. Entre las universidades en las que las OTRIs sí participan podemos diferenciar dos grupos. En el primero se encuentran aquéllas en las que los fondos públicos tienen más importancia que los privados en la financiación de las empresas, lo que es un rasgo del modelo de selección baja. Son las universidades de Jaén, Córdoba, Sevilla y Málaga. Esta última es la que más se acerca en este aspecto a ese modelo, ya que en ella la diferencia entre el uso de fondos públicos y privados es mayor, mientras que lo contrario ocurre en el caso de Sevilla. En el segundo grupo se encuentran Granada y Almería, donde los fondos privados son tan importantes o más que los públicos para la financiación de las empresas. En este aspecto, por tanto, las universidades señaladas se aproximan a los modelos de apoyo o incubadora.

4.2. RECURSOS UTILIZADOS POR LAS OTRIs ANDALUZAS EN LA PROMOCIÓN DE LAS *SPIN-OFFS* UNIVERSITARIAS

La dotación de recursos es otra de las características que varía en los modelos de incubación de *spin-offs* que se han identificado en Europa. Como ya se ha señalado, hay distintos tipos de recursos cuya dotación puede variar según el modelo de incubación que se trate: humanos, organizativos, tecnológicos, físicos, tecnológicos, financieros y el acceso a redes.

4.2.1. Recursos humanos

En el modelo de selección baja los recursos humanos suelen ser escasos y estar orientados a conocer las ayudas públicas para la generación de *spin-offs*. En cambio, en el modelo de apoyo se caracterizan por estar compuestos por equipos multidisciplinares, cuyos integrantes tienen competencias para gestionar la propiedad intelectual, los contratos de investigación y el fomento de las *spin-offs*. De acuerdo con los trabajos que hemos consultado, es frecuente que los equipos de personal de las OTRIs estén formados por más de 15 personas, de las cuales al menos tres o cuatro se dedican exclusivamente a las *spin-offs*. La formación del personal suele basarse en la experiencia profesional y en conocimientos de gestión de empresas. En el modelo de incubadora los recursos humanos que se dedican al fomento de las *spin-offs* son aún más numerosos, pudiendo superar las 30 personas, según los trabajos consultados. Además, suelen componer equipos multidisciplinares altamente formados.

Cuadro 14: Recursos humanos de las OTRIs andaluzas

UNIVERSIDAD	Almería	Granada	Jaén	Córdoba	Málaga	Sevilla	P. de Olavide	Huelva	Cádiz
Nº de trab. OTRI	6	10	8	8	16	12	5	8	8
Nº de trabajadores dedicados a <i>spin-offs</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	5
Exclusividad	Si	Si	No	Si	No	Si	No	No	No

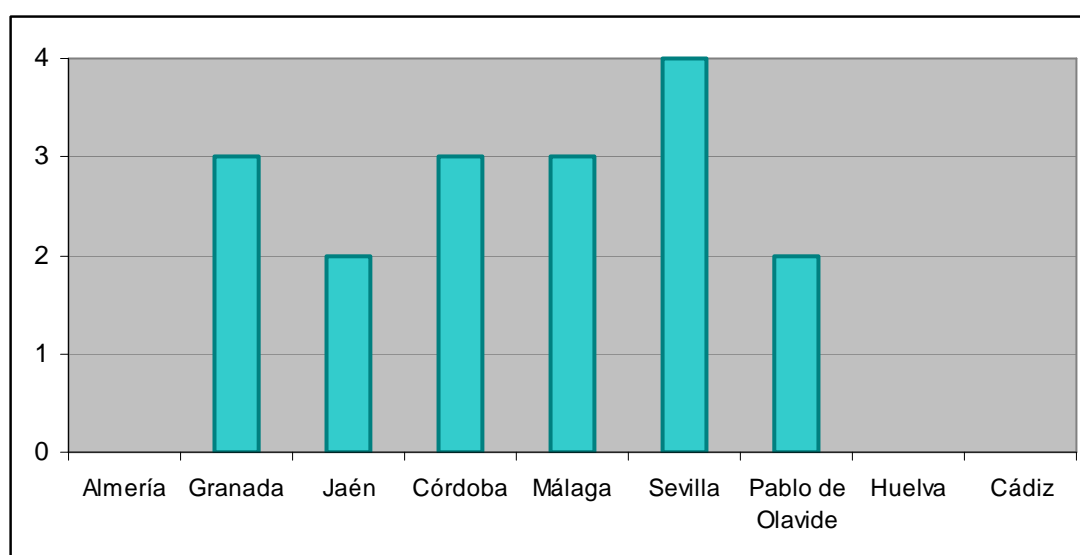
Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 14 recoge el número de trabajadores a tiempo completo de la OTRI y cuántos de ellos se dedican a las *spin-offs*. Se señala, además, si lo hacen en exclusiva o deben atender también a otras actividades de la OTRI. Como se puede observar, la dotación de recursos humanos en las OTRIs andaluzas es escasa si se compara con la de los trabajos que se han analizado en el capítulo anterior, lo que probablemente sea indicativo de una escasa tradición e importancia de las actividades de transferencia de tecnología en las universidades andaluzas. En todas las universidades, salvo en Cádiz, hay una persona especializada en la promoción de las *spin-offs*, aunque únicamente en Almería, Granada, Córdoba y Sevilla se dedica exclusivamente a esta tarea. En la OTRI de Cádiz cinco de los trabajadores colaboran

en la promoción de las *spin-offs* aunque ninguno se dedica a ello en exclusiva. En cuanto a la formación del personal, se puede indicar que la mayor parte posee formación universitaria de segundo ciclo, lo que se complementa con cursos sobre gestión de empresas y comercialización de tecnología.

Para completar estos resultados preguntamos a los encuestados sobre el grado de especialización del equipo que se encarga de la promoción de las empresas *spin-off* con respecto al resto de actividades de comercialización de la tecnología. Para ello, les ofrecimos cinco posibles respuestas: nula (0), muy baja (1), baja (2), alta (3) y muy alta (4). Los resultados se representan en el Gráfico 27.

Gráfico 27: Valoración del grado de especialización del equipo dedicado a la promoción de las *spin-offs* universitarias



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico, se pueden diferenciar dos grupos entre las universidades andaluzas. El primero estaría formado por aquellas cuyo equipo de promoción de *spin-offs* no se encuentra especializado, de modo que su actividad se complementa con el resto de funciones que lleva a cabo la OTRI. Es el caso de las universidades de Almería, Huelva y Cádiz, donde la especialización del personal dedicado a las *spin-offs* es nula, y de Jaén y Pablo de Olavide, en las que es baja. En cambio, en las universidades de Granada, Córdoba, Málaga y Sevilla, que componen el segundo grupo señalado, el personal dedicado a la promoción de *spin-offs* está especializado en esta tarea.

A continuación analizamos el número de empresas creadas al año en las universidades andaluzas y el tamaño de estas (medido por el número de

investigadores) en relación al número de trabajadores de la OTRI. Los resultados se detallan en el Cuadro 15.

Cuadro 15: Ratios número de *spin-offs* creadas/trabajadores de la OTRI e investigadores/trabajadores de la OTRI

UNIVERSIDAD	RATIO Nº SPIN-OFFS/ TRABAJADORES OTRI	RATIO INVESTIGADORES /TRABAJADORES OTRI
Almería	0,57	1,38
Cádiz	0,30	1,92
Córdoba	0,33	1,62
Granada	0,54	3,54
Huelva	0,08	1,08
Jaén	0,03	1,20
Málaga	0,69	1,32
Pablo de Olavide	0,04	1,44
Sevilla	0,25	3,49

Fuente: Elaboración propia. Los datos de número de empresas creadas y trabajadores de la OTRI han sido facilitados por las universidades que aparecen en la tabla y se refieren al año 2009, mientras que el número de investigadores procede de las estadísticas del Ministerio de Educación y son una media de los últimos cinco años (04-09).

La primera ratio refleja el número de *spin-offs* creadas al año por cada trabajador de las OTRIs andaluzas, lo que se podría entender como la productividad de las OTRIs andaluzas en creación de *spin-offs*. Destacan las universidades de Málaga, Almería y Granada, en las que la ratio alcanza los valores más elevados. En las posiciones intermedias se encuentran Cádiz, Córdoba y Sevilla, mientras que Huelva, Jaén y Pablo de Olavide presentan las ratios más bajas. Estas posiciones son idénticas a las presentadas en la sección 2 al analizar el número de *spin-offs* creadas de acuerdo con el tamaño de la universidad.

La segunda ratio indica el número de trabajadores de la OTRI por cada 100 investigadores de la universidad, lo que nos permite analizar los recursos humanos de la OTRI de acuerdo con el tamaño de la universidad. Las ratios más elevadas corresponden a las universidades de Granada y Sevilla, las más grandes de Andalucía. Se puede considerar que el número de trabajadores de la OTRI se encuentra relacionado con el número de investigadores de la universidad y el número de *spin-offs* creadas ya que, cabe pensar que las universidades con mayor actividad investigadora y de creación de empresas tendrán mayores necesidades de personal en la OTRI. Para comprobarlo, calculamos las correlaciones entre el número de trabajadores de la OTRI y el número de investigadores y empresas creadas (Cuadro 16).

Cuadro 16: Correlaciones

		Número de investigadores	Número de <i>spin-offs</i> creadas en la universidad
Número de trabajadores de la OTRI a tiempo completo	Correlación de Pearson	0,620	0,836

Fuente: Elaboración propia.

Efectivamente, como se puede ver en el Cuadro 13, el grado de correlación entre el número de *spin-offs* creadas en la universidad y el número de trabajadores a tiempo completo en la OTRI es muy elevado. A su vez, éste está correlacionado con el número de trabajadores de la OTRI, aunque en menor medida. De ello parece desprenderse que el número de *spin-offs* creadas influye de forma notable en la dimensión de la OTRI.

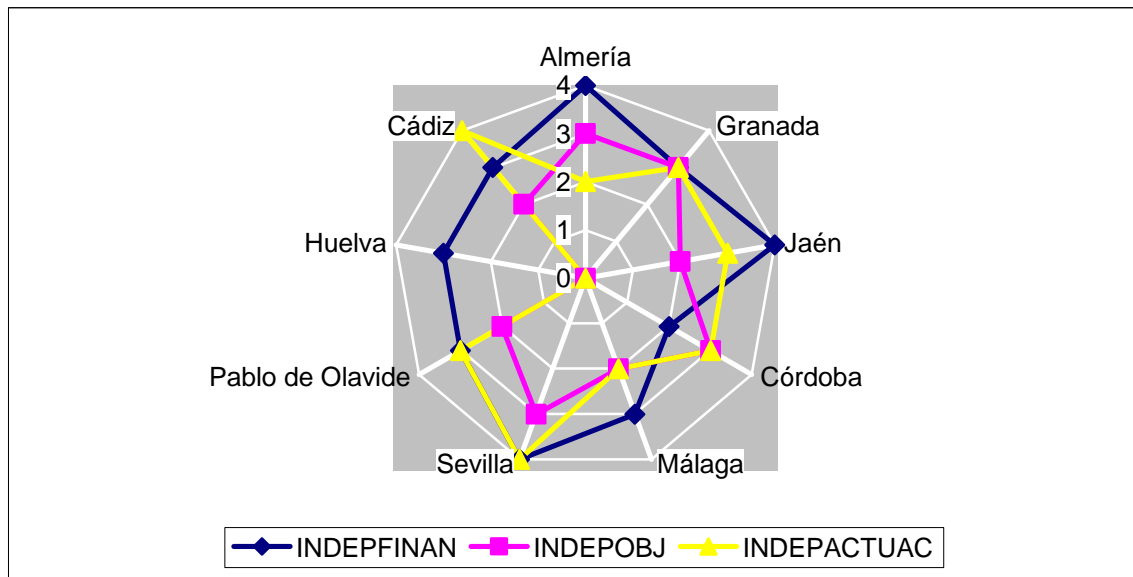
El análisis de los diferentes aspectos de la dotación de recursos humanos de las OTRIs andaluzas es un elemento adicional que permite identificar el modelo de incubación que predomina en sus estrategias. Ninguna de las universidades andaluzas se asemeja a los modelos de apoyo o incubadora, ya que los trabajos analizados indican que en estos modelos la dotación de recursos humanos es mayor que la que se observa en las OTRIs de Andalucía y presenta un mayor grado de especialización. La Universidad de Málaga puede presentar rasgos del modelo de selección baja, como el número de trabajadores y el grado de especialización del equipo dedicado a la promoción de las *spin-offs*, que en este caso está formado únicamente por una persona. Las OTRIs de Granada y Sevilla se acercan al modelo de selección baja, aunque el número de trabajadores del que disponen es menor al que se suele presentar en este modelo. En el resto de universidades no se identifican en este caso rasgos de ninguno de los modelos, ya que la dotación de recursos humanos de sus OTRIs es excesivamente reducida.

4.2.2. Recursos organizativos

Como se ha visto, cuanto mayor es la dotación de estos recursos de la OTRI, mayor será la independencia de la OTRI como organización frente a la universidad. En el modelo de selección baja, la actividad de la OTRI se suele organizar de forma independiente al resto de actividades de la universidad. Esta independencia suele ser aún mayor en el caso del modelo de apoyo, tanto en la gestión de los recursos humanos como en la gestión del capital financiero. En cambio, en el modelo de incubadora los servicios de apoyo a las *spin-offs* con frecuencia están integrados en la estructura de la universidad o centro de investigación.

Para medir los recursos organizativos de las OTRIs andaluzas pedimos a los encuestados que valoraran la independencia de estas en cuanto a financiación (INDEPFINAN), objetivos (INDEPOBJ) y diseño de las actuaciones para promover la creación de empresas (INDEPACTUAC). Los resultados obtenidos se representan en el Gráfico 28.

Gráfico 28: Valoración de la independencia de la OTRI con respecto a la universidad



Fuente: Elaboración propia.

Las respuestas obtenidas indican que, en general, la independencia de las OTRIs es mayor en cuanto a financiación que en objetivos y actuaciones. Ello se debe a que, como se verá en el apartado 4.2.5., la mayor parte de los fondos de los que las OTRIs disponen para llevar a cabo su actividad proceden de organismos independientes de la universidad, como la Junta de Andalucía o las políticas nacionales de innovación. Sin embargo, los objetivos de la OTRI dependen en buena medida de los objetivos generales de la universidad y sus actuaciones pueden estar limitadas por la política de esta. Con el objeto de hacer una valoración global, se han sumado las puntuaciones dadas por cada OTRI a las tres variables. Los resultados se muestran en el Cuadro 17.

Cuadro 17: Valoración de los recursos organizativos de la OTRI

UNIVERSIDAD	PUNTUACIÓN
Almería	9
Cádiz	9
Córdoba	8
Granada	9

Huelva	3
Jaén	9
Málaga	7
Pablo de Olavide	8
Sevilla	11

Fuente: Elaboración propia.

Podemos identificar tres grupos de universidades. En el primero se encuentra la de Huelva, cuya OTRI presenta un grado de independencia menor al resto de OTRIs andaluzas. En el segundo se encuentran Málaga, Pablo de Olavide, Córdoba, Almería, Cádiz y Jaén, que obtienen los valores intermedios. Finalmente, la OTRI de la Universidad Sevilla presenta un mayor grado de independencia. No se observa relación alguna entre el número de *spin-offs* creadas en la universidad y el número de trabajadores de la OTRI y el grado de independencia de ésta.

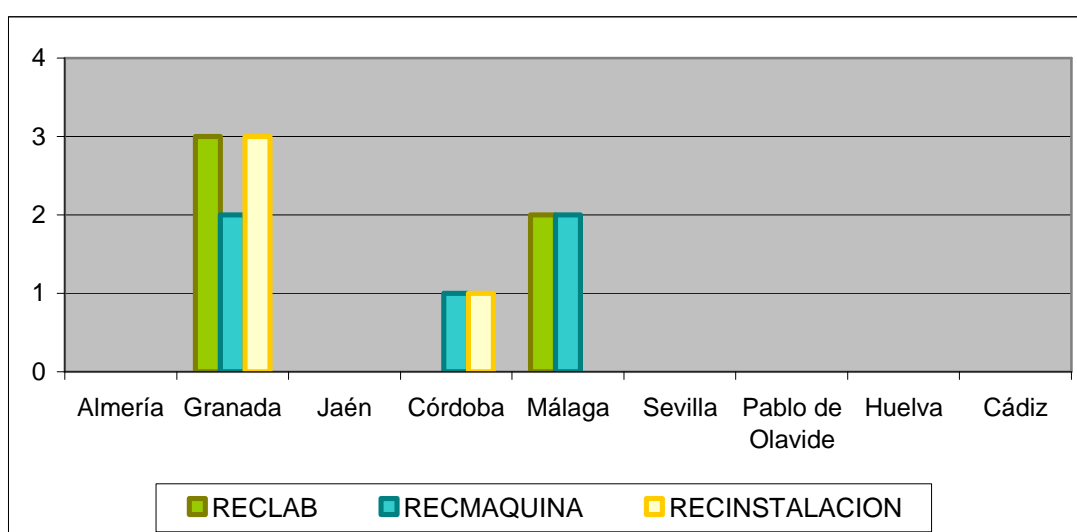
Los resultados obtenidos indican que la OTRI de la universidad de Sevilla es la que presenta en mayor medida rasgos de modelo de apoyo atendiendo al grado de independencia organizativa. En el caso opuesto se encuentra la OTRI de Huelva, cuya escasa independencia la aproxima más al modelo de incubadora en este aspecto. En una situación intermedia se encuentran el resto de universidades andaluzas, que presentan rasgos del modelo de selección baja.

4.2.3. Recursos tecnológicos

Las organizaciones que fomentan la creación de *spin-offs* en el modelo de selección baja no suelen tener una orientación tecnológica, ya que su misión es maximizar el número de empresas, independientemente de la tecnología que desarrollen. Sin embargo, en el modelo de apoyo suelen disponer de recursos para desarrollar la tecnología como laboratorios, maquinaria especializada e instalaciones propias para desarrollar tecnología. Estos recursos se ponen a disposición de las nuevas empresas, cuya actividad suele estar centrada en sectores de actividad altamente tecnológicos. Igualmente, dado que tanto las universidades como las *spin-offs* en el modelo de incubadora se caracterizan por estar altamente especializadas en una determinada rama científica o de actividad, los servicios de promoción de las *spin-offs* disponen de recursos tecnológicos, aunque en este caso suelen ser más especializados. Así, por ejemplo, algunos centros de investigación identificados por Clarysse et ál. disponen de equipamientos, como laboratorios o maquinaria, para desarrollar actividades relacionadas con la biotecnología, ya que ésta es la rama de actividad en la que promueven la creación de empresas (Clarysse et ál., 2005:1999).

Para valorar la dotación de recursos tecnológicos de las OTRIs andaluzas, pedimos a los encuestados que valoraran su dotación de equipos informáticos (RECINFORM), laboratorios (RECLAB), maquinaria especializada (RECMAQ) e instalaciones para desarrollar tecnología (RECINSTALACION). No obstante, la dotación de equipos informáticos no se ha tenido finalmente en cuenta en el análisis por mostrar niveles elevados y similares en todas las OTRIs encuestadas. El resto de dotaciones se representan en el Gráfico 29. También se ha calculado un índice global sumando las puntuaciones que cada OTRI dio a esas tres dotaciones (Cuadro 18).

Gráfico 29: Valoración de la dotación de recursos tecnológicos en las OTRIs andaluzas



Fuente: Elaboración propia.

Sólo tres OTRIs andaluzas –Granada, Málaga y Córdoba– disponen de recursos tecnológicos. No obstante, en Córdoba la dotación es escasa y no cuentan con laboratorios propios y la OTRI de Málaga no cuenta con instalaciones propias para desarrollar tecnología. Se observa además que, según se ha visto anteriormente, estas tres universidades destacan sobre las demás por la importancia que conceden a la tecnología en los proyectos de empresas seleccionados. En ellas, el porcentaje de empresas con base tecnológica es mayor que en el resto de universidades andaluzas (Gráfico 20), y tanto Málaga como Granada han comprado licencias de patente para completar la tecnología de las empresas creadas. El objetivo de promocionar empresas de alto contenido tecnológico concuerda por tanto con la dotación de tecnología mayor a la del resto de OTRIs andaluzas.

Cuadro 18: Valoración de la dotación de recursos tecnológicos en las OTRIs andaluzas

UNIVERSIDAD	PUNTUACIÓN
Almería	0,00
Cádiz	0,00
Córdoba	2,00
Granada	8,00
Huelva	0,00
Jaén	0,00
Málaga	4,00
Pablo de Olavide	0,00
Sevilla	0,00

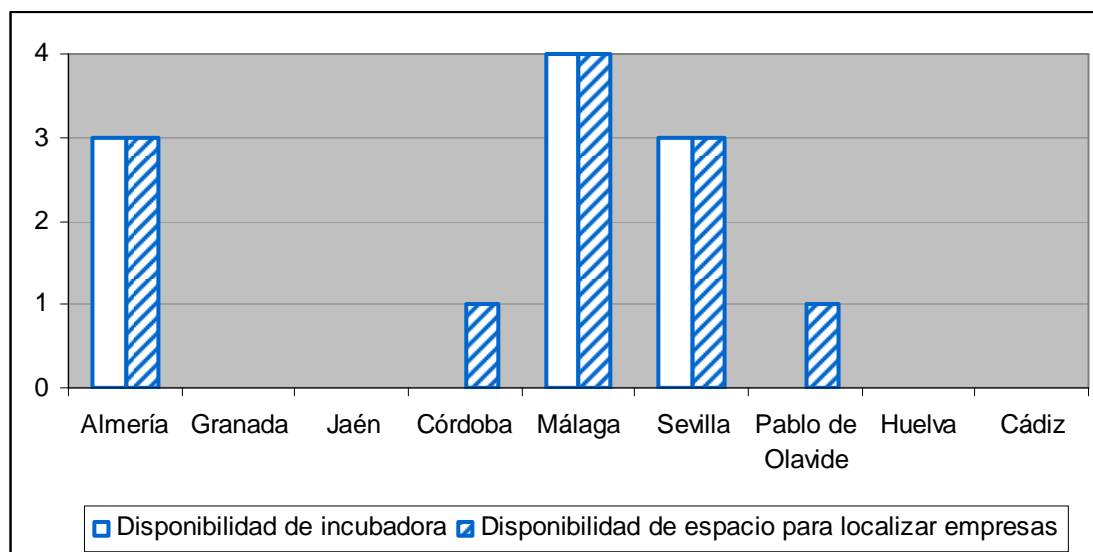
Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, las universidades de Málaga y Granada y, en menor medida, Córdoba, son las que más se aproximan en este aspecto al modelo de apoyo, ya que fomentan la creación de empresas con alto contenido tecnológico. En cambio, el resto de universidades presenta rasgos del modelo de selección baja, en el que la tecnología de las *spin-offs* no es tan importante. Ninguna universidad muestra rasgos propios del modelo de incubadora en el aspecto aquí analizado.

4.2.4. Recursos físicos

En el modelo de selección baja, tanto el espacio de oficina como la infraestructura de las organizaciones de fomento de la creación de *spin-offs* dependen de la universidad. En algunos casos, esta dispone de incubadora propia. En cambio, en el modelo de apoyo las universidades cuentan con una mayor dotación de recursos físicos o contractuales, entre los que se incluyen incubadoras propias o acuerdos de colaboración con incubadoras independientes. La dotación de recursos físicos es aún mayor en el caso del modelo de incubadora, en el que las universidades cuentan con más espacios para localizar empresas e incubadoras propias de mayor dimensión. Para valorar la disponibilidad de este tipo de recursos en las OTRIs andaluzas, en la encuesta se preguntó a los entrevistados por la disponibilidad que tienen de incubadoras y de espacios físicos para localizar empresas. Las respuestas obtenidas se representan en el Gráfico 30. Además, para facilitar su análisis se ha elaborado una variable constructo con la suma de las puntuaciones que las universidades otorgan a cada variable. El constructo, por tanto, mide la disponibilidad de recursos físicos en las OTRIs andaluzas (Cuadro 19).

Gráfico 30: Valoración de la disponibilidad de recursos físicos en las OTRIs andaluzas



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 19: Valoración de la dotación de recursos físicos en las OTRIs andaluzas

UNIVERSIDAD	PUNTUACIÓN
Almería	6,00
Cádiz	0,00
Córdoba	1,00
Granada	0,00
Huelva	0,00
Jaén	0,00
Málaga	8,00
Pablo de Olavide	1,00
Sevilla	6,00

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos diferenciar dos grupos de universidades. El primero, que agrupa la mayor parte de las universidades andaluzas, estaría formado por aquellas que no disponen de incubadora y cuyo espacio para localizar empresas es muy limitado o inexistente. Es el caso de las universidades de Granada, Jaén, Córdoba, Pablo de Olavide, Huelva y Cádiz. El segundo grupo, en el que se encuentran las universidades de Almería, Málaga y Sevilla, integra a aquellas universidades que disponen de incubadora y espacio para localizar empresas. Estas son, además, algunas de las universidades en las que se ha creado un mayor número de *spin-offs*, por lo que se puede identificar la existencia de una relación positiva entre la disponibilidad de espacio e incubadora y el número de empresas creadas. Como se puede ver en el Cuadro 20, existe un importante grado de correlación entre las variables.

Cuadro 20: Correlaciones

		Disponibilidad de incubadora	Disponibilidad de localización para empresas
Número de <i>spin-offs</i> creadas en la universidad	Eta	0,865	0,871

Fuente: Elaboración propia.

La OTRI de la Universidad de Málaga presenta la mayor dotación de recursos en Andalucía, lo que la aproxima en mayor medida que las restantes al modelo de apoyo o incluso de incubadora. En una situación intermedia se encuentran Sevilla y Almería, con una dotación relativa de incubadoras y espacios para localizar empresas, por lo que quizás muestren rasgos más claros del modelo de apoyo. El resto de universidades andaluzas no cuentan con estos recursos o únicamente disponen de limitados espacios para desarrollar empresas, lo que puede tomarse como un rasgo propio del modelo de baja selección.

4.2.5. Recursos financieros

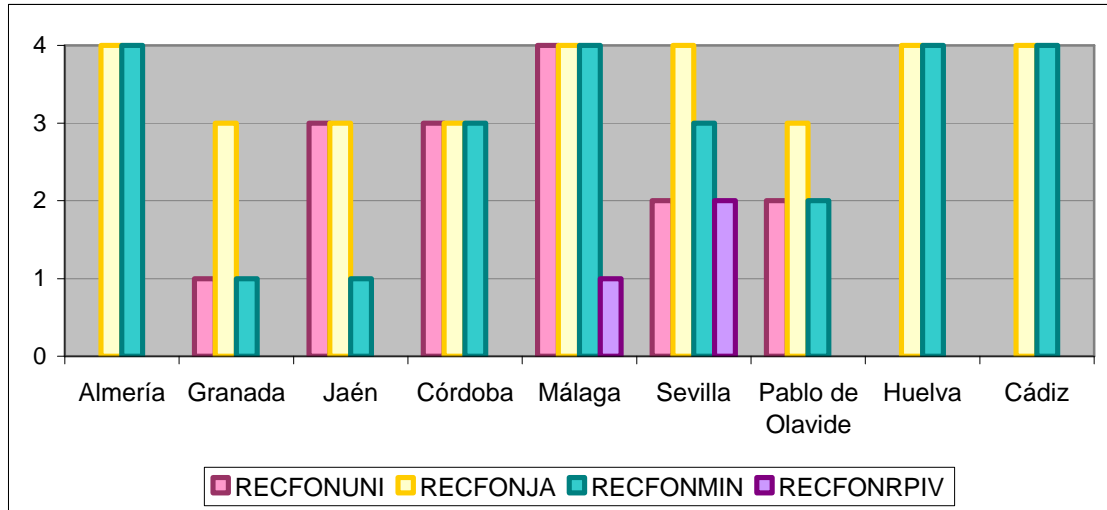
Las organizaciones de fomento de la creación de *spin-offs* en el modelo de selección baja suelen disponer de acceso a fondos públicos, que distribuyen en forma de créditos a las *spin-offs*. En el modelo de apoyo, en cambio, la organización se financia con capital procedente de organismos públicos y privados, entre los que se encuentran fondos de capital riesgo, autoridades nacionales o regionales y empresas de la zona. La implantación de un modelo de incubadora, por su parte, supone importantes necesidades de capital, que se cubren de forma diferente en los trabajos consultados. En algunos es pública, mientras que en otros procede de fundaciones privadas (Clarysse et ál., 2005:203). En este modelo destaca también la financiación procedente de contratos de investigación y otras actividades de transferencia de tecnología.

Para analizar los recursos financieros en las OTRIs andaluzas, pedimos a los encuestados que valoraran la disponibilidad de diferentes fuentes de financiación:

- Fondos de la universidad (RECFONUNI).
- Fondos de la Junta de Andalucía (RECFONJA).
- Fondos procedentes del gobierno central (RECFONMIN).
- Fondos privados (RECFONPRIV): en ellos se incluye la financiación procedente de empresas privadas que, por cualquier motivo (donaciones, actividades de transferencia de tecnología...), generan ingresos para la OTRI.

Los resultados obtenidos se detallan en el Gráfico 31.

Gráfico 31: Valoración de la disponibilidad de recursos financieros en las OTRIs andaluzas



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, la mayor parte de la financiación de las OTRIs andaluzas procede de fondos públicos, aunque existen importantes diferencias entre ellas. Sevilla y Málaga forman un primer grupo identificable de universidades, ya que sus OTRIs disponen de financiación privada (REC FON PRIV), aunque su importancia es escasa respecto a los fondos públicos. En un segundo grupo se encuentran las OTRIs de Almería, Huelva y Cádiz, que se financian a través de fondos de la Junta de Andalucía (REC FON JA) y del gobierno central (REC FON MIN). En el tercer grupo se encuentran Granada, Jaén, Córdoba y Pablo de Olavide que, además de estos, reciben fondos de sus universidades (REC FON UNI).

Podemos comparar estos resultados con los obtenidos al analizar la financiación de las *spin-offs*. Se observa una relación entre la disponibilidad de fondos universitarios para participar en la financiación de la OTRI y para participar en la financiación de las *spin-offs*. Así, las universidades de Granada, Jaén, Pablo de Olavide y Córdoba conceden fondos tanto a las OTRIs como a las *spin-offs* creadas en la universidad (Gráfico17). Esto se explica porque las universidades conceden fondos a las OTRIs y éstas, a su vez, los dedican a la financiación de las nuevas empresas. En cambio, esta relación no se observa en el caso de los fondos privados. Las OTRIs de Sevilla y Málaga reciben este tipo de fondos, pero en la financiación de sus empresas destacan los fondos públicos. Ello se puede deber a que la financiación con fondos privados se dedica a otras actividades diferentes de la creación de empresas, como puede ser la financiación de la investigación.

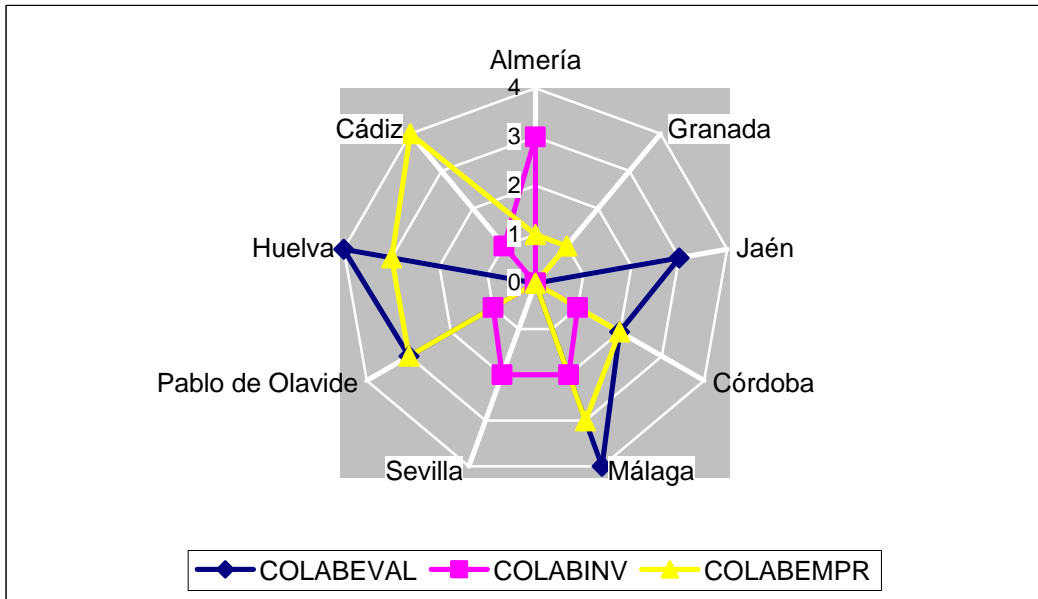
De acuerdo con estos resultados, podríamos señalar que todas las universidades andaluzas, salvo Sevilla y Málaga, muestran en este aspecto rasgos claros del modelo de selección baja, ya que se financian en exclusiva con fondos públicos. Las otras dos se aproximan más al modelo de apoyo o de incubadora, sin que los datos nos permitan profundizar más en ello.

4.2.6. Acceso a redes

Según se ha visto en capítulos anteriores, las organizaciones que promocionan la creación de *spin-offs* en el modelo de selección baja suelen establecer acuerdos de colaboración con entidades públicas que desarrollan políticas de fomento de la innovación, ya sean de ámbito nacional, regional o local. De ello depende, entre otras cosas, la disponibilidad de recursos financieros y la concesión de fondos para ayudar a la financiación de las nuevas empresas. En cambio, en el modelo de apoyo son más importantes las interrelaciones con el entorno empresarial. Son numerosos los casos en los que las empresas de la zona establecen acuerdos con las *spin-offs* universitarias y sus directivos participan con frecuencia en la selección de los proyectos que la universidad va a fomentar. Además, las empresas de capital riesgo cercanas proporcionan la financiación para las nuevas empresas. Por otro lado, las organizaciones que siguen el modelo de incubadora tienden a controlar todas las etapas de desarrollo de las *spin-offs*, por lo que el entorno ejerce escasa influencia. Como consecuencia, el establecimiento de redes de colaboración con empresas cercanas o entidades públicas no es una característica fundamental de este modelo.

Para valorar el acceso a redes de las OTRIs andaluzas preguntamos a los encuestados con qué frecuencia habían establecido acuerdos de colaboración con las empresas del entorno. Se consideró la posibilidad de que existieran tres tipos de acuerdos: 1) para colaborar con la OTRI en la evaluación de los proyectos de creación de *spin-offs* como asesores externos expertos en el sector de actividad de la futura empresa (COLABEVAL); 2) para invertir en las nuevas empresas (COLABINV) y 3) para colaborar con estas en su actividad (COLABEMPR). No preguntamos sobre el establecimiento de redes con entidades públicas porque esta cuestión se había planteado al analizar la financiación de las OTRIs. Como se ha señalado en el punto anterior, todas las OTRIs andaluzas tienen acuerdos con entidades públicas que participan en su financiación. Los resultados obtenidos en las entrevistas con los responsables de las OTRIs se encuentran representados en el Gráfico 32.

Gráfico 32: Valoración del acceso a redes de las estrategias de incubación de las universidades andaluzas



Fuente: Elaboración propia.

Consideramos que los acuerdos para invertir en las *spin-offs* presentan una característica muy distinta a los restantes, dado que suponen un desembolso de dinero por parte de la empresa colaboradora. Como muestran los datos (Gráfico 32), estos acuerdos no son habituales en las universidades andaluzas –salvo en el caso de Almería–. En cambio, los acuerdos para colaborar en la evaluación de los proyectos y en la actividad de las nuevas empresas son más comunes.

Según el tipo de acuerdo que llevan a cabo y la asiduidad con que los realizan, podemos diferenciar tres grupos entre las universidades andaluzas. El primero está formado por las universidades de Almería y Málaga. En la primera los acuerdos para invertir en las nuevas empresas son frecuentes. En la segunda, aunque no son tan habituales, el resto de acuerdos de colaboración se desarrollan con mayor asiduidad que en otras universidades andaluzas. En otro grupo se encuentran las universidades de Cádiz, Córdoba, Huelva, Jaén y Pablo de Olavide, que han desarrollado con frecuencia al menos un tipo de acuerdo. Finalmente, en las universidades de Granada y Sevilla son ocasionales.

Las universidades de Málaga y Almería se aproximan en mayor medida al modelo de apoyo, ya que se puede considerar que sus OTRIs disponen de redes de cooperación con el entorno empresarial. No se puede decir nada de Cádiz, Córdoba, Huelva, Jaén y Pablo de Olavide porque, aunque establecen acuerdos de colaboración con empresas, no son tan importantes como los de las universidades anteriores y tampoco se pueden comparar con los que mantienen con entidades públicas. En cambio, las OTRIs de Granada y Sevilla presentan, en este caso, rasgos del modelo

de selección baja, ya que los acuerdos que desarrollan con las empresas privadas son escasos y esporádicos.

4.2.7. Valoración de la dotación de recursos de la estrategia de incubación de las universidades andaluzas

Una vez analizada la dotación de recursos de los que las OTRIs andaluzas disponen para llevar a cabo su estrategia de incubación de *spin-offs*, se pueden realizar algunas reflexiones sobre si dicha estrategia adolece de escasez de recursos o competencias. Como se indicó al principio de este capítulo, se han identificado dos situaciones en las que el modelo de incubación desarrollado por la universidad no funciona bien. La primera, provocada por una deficiencia de recursos, se caracteriza porque la estrategia no se encuentra bien definida, de modo que los objetivos que se pretenden conseguir no son acordes con los recursos disponibles. En la segunda, en cambio, la OTRI sí dispone de los recursos necesarios para llevar a cabo la estrategia, pero su personal no ha desarrollado las competencias adecuadas para realizarla con éxito, principalmente porque se encuentran en un proceso de transición desde el modelo de apoyo al de incubadora.

Para determinar si existe deficiencia de recursos o de competencias en las estrategias que llevan a cabo las universidades andaluzas, Clarysse et ál. (2005) utilizan la ratio *spin-offs anuales/investigadores*. Siguiendo este criterio, comparamos los valores que las universidades andaluzas obtienen en esta ratio (recogidos en el Cuadro 8) con los que Clarysse et ál. establecen para cada modelo, que se detallan en el Cuadro 21.

Cuadro 21: Valores de la ratio *spin-offs* anuales/investigadores en cada modelo de incubación

MODELO	Nº SPIN-OFFS ANUALES/ INVESTIG.
<i>Selección baja</i>	5,8
<i>Apoyo</i>	6,0
<i>Incubadora</i>	2,6
<i>Deficiente en recursos</i>	3,6
<i>Deficiente en competencias</i>	0,9

Fuente: Clarysse et ál. (2005), pág. 209.

A partir de la comparación entre los ratios obtenidos en las universidades andaluzas y los determinados por Clarysse et ál. para los modelos de incubación europeos se pueden identificar tres grupos entre las universidades andaluzas. En el primero se encuentra la Universidad de Málaga, cuya ratio de empresas creadas por

cada 1.000 investigadores constituye un rasgo propio del modelo de selección baja. El segundo grupo es el formado por las universidades de Almería, Cádiz, Córdoba, Granada y Sevilla, cuyas ratios reflejan que la estrategia de incubación es deficiente en recursos. Por último, las universidades de Huelva, Jaén y Pablo de Olavide presentan los valores más bajos en la ratio *spin-offs/investigadores*, lo que podría indicar deficiencia de competencias o una deficiencia en recursos más acusada. Las características que se han observado en las estrategias de incubación de estas universidades apuntan hacia esta última opción, ya que la deficiencia de competencias es característica de universidades cuya estrategia de incubación se encuentra en transición desde un modelo de apoyo hacia uno de incubadora, situación en la que no parecen encontrarse las universidades señaladas.

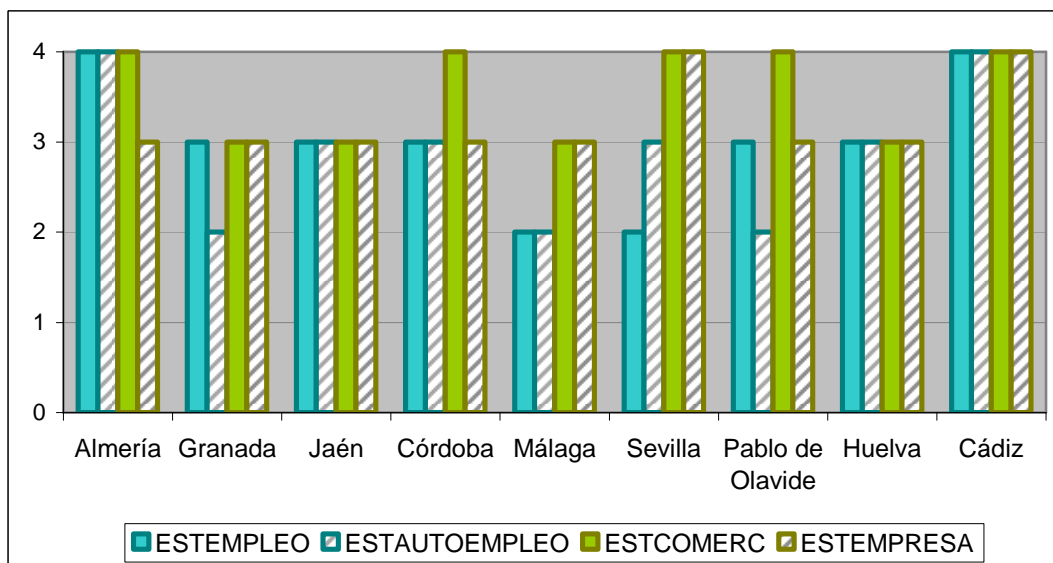
4.3. OBJETIVOS DE LA CREACIÓN DE *SPIN-OFFS* EN LA UNIVERSIDAD

Un último aspecto a considerar es el objetivo perseguido por las OTRIs, ya que éste es distinto en cada modelo de incubación. En el de selección baja el principal objetivo es crear el mayor número de *spin-offs* posible como forma de autoempleo y para crear puestos de trabajo en el territorio. El objetivo del modelo de apoyo, en cambio, es crear *spin-offs* como mecanismo de comercializar la tecnología. Por último, el modelo de incubadora pretende crear empresas atractivas desde el punto de vista financiero y que tengan un crecimiento muy rápido.

Para analizar los objetivos que persiguen las OTRIs andaluzas pedimos a los encuestados que valoraran de 0 a 4 el grado en que las siguientes afirmaciones se pueden identificar con la estrategia de la OTRI siendo 0 un nivel nulo, 1 muy bajo, 2 bajo, 3 alto y 4 muy alto:

- Fomentamos las *spin-offs* como medio de crear empleo (ESTEMPLEO).
- Fomentamos las *spin-offs* como medio de autoempleo (ESTAUTOEMPLEO).
- Fomentamos las *spin-offs* como medio para comercializar los resultados de la investigación (ESTCOMERC).
- Fomentamos las *spin-offs* como medio de crear empresas que van a tener un rápido crecimiento en el futuro y generan un fuerte impacto en la creación de riqueza en el territorio (ESTEMPRESA).

Gráfico 33: Estrategia de las OTRIs andaluzas



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 33 representamos las respuestas de los encuestados. De acuerdo con ellas, podemos señalar que en la Universidad de Málaga es donde parecen estar más claros los objetivos. Así, aunque la creación de puestos de trabajo y las posibilidades de autoempleo son tenidas en cuenta en esta universidad al promover la creación de empresas, los objetivos más importantes son comercializar tecnología y crear empresas que tenga un rápido crecimiento. El resto de universidades no parecen haber definido de forma clara los objetivos que pretenden conseguir con la creación de *spin-offs* universitarias. Este rasgo es, según hemos señalado, propio de las universidades cuya estrategia presenta deficiencia de recursos.

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS MODELOS QUE PREDOMINAN EN LAS ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE SPIN-OFFS DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS

El análisis realizado en el epígrafe anterior ha permitido conocer las características que presentan las estrategias de promoción de *spin-offs* que llevan a cabo las universidades andaluzas a través de sus OTRIs. A lo largo de todo el epígrafe se ha intentado identificar los rasgos que presentan las universidades andaluzas en cada uno de los elementos analizados con alguna de las estrategias de incubación que se vieron en el capítulo anterior. Ello ha permitido ir poniendo de manifiesto la existencia de numerosas similitudes, contradicciones e incoherencias de acuerdo con los modelos tomados como referencia. A continuación se hace una síntesis de los

rasgos analizados con el objeto de identificar el modelo de incubación al que más se aproxima cada una de ellas y establecer una clasificación de las mismas.

5.1. SÍNTESIS DE LAS CARACTERÍSTICAS QUE PRESENTAN ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS

En el Cuadro 19 se han sintetizado los principales resultados del análisis con el objeto de facilitar la realización de una valoración global de las estrategias de incubación en todas las universidades andaluzas. Los distintos rasgos de las estrategias de incubación se han coloreado según el modelo de incubación al que en mayor medida podrían aproximarse:

- Rojo: Modelo de selección baja.
- Amarillo: Modelo de apoyo.
- Verde: Modelo de incubadora.
- Naranja: Deficiencia de recursos.
- Azul: Deficiencia de competencias.
- Blanco: No se puede identificar ningún modelo.

La razón por la que algunas variables con valores o atributos similares se identifican con modelos distintos es que la identificación de los rasgos con los modelos de incubación se ha basado tanto en los valores que toman las variables como en su relación con otros aspectos de la estrategia. En el análisis que se ha llevado a cabo anteriormente se encuentran explicados los argumentos en los que se ha basado la identificación de los rasgos de las estrategias de incubación con los modelos analizados.

La identificación de los modelos con los que se corresponden los rasgos de las estrategias de incubación se ha llevado a cabo por aproximación. Pretendemos valorar en qué medida los elementos analizados se aproximan a los que presentan los distintos modelos de incubación. Somos conscientes de que ello implica una cierta dosis de subjetividad, que hemos intentado controlar utilizando el análisis cluster para comprobar en qué medida los resultados obtenidos por esta técnica y aquellos a los que hemos llegado nosotros observando y valorando dato a dato coinciden. Hay que tener en cuenta, además, que la promoción de las *spin-offs* en las universidades andaluzas constituye un fenómeno reciente y que, dado el reducido número de empresas creadas en algunas de estas universidades, las características de las estrategias de incubación pueden no estar aún bien definidas.

Cuadro 22: Resumen de la estrategia de incubación desarrollada por las universidades andaluzas

	AL	CA	CO	GR	HU	JA	MA	PO	SE
Ratio <i>spin-offs</i> /investigadores	4,10	1,56	2,01	1,52	0,61	0,21	5,21	0,28	0,72
Cultura empresarial	21	11	19	10	23	19	12	18	22
Uso de instrumentos de promoción de la cultura empresarial	14	13	12	8	11	12	12	13	9
Porcentaje participación OTRI/investigador en la gestión de oportunidad	36,36	20	33,33	55,56	8,33	27,27	37,5	66,67	33,33
Nº de criterios de selección	6	5	8	8	8	6	6	5	4
Porcentaje de proyectos seleccionados	70	100	75	100	100	100	50	90	80
Desarrollo de la tecnología	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio
Porcentaje de proyectos de base tecnológica	70	95	80	80	75	75	98	60	70
Compra licencias	No	No	No	Sí	No	No	Sí	No	No
Implicación etapas iniciales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Implicación etapas intermedias	No	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Implicación etapas finales	No	No	Sí	Sí	No	No	Sí	No	Sí
Porcentaje fondos privados/públicos en la financiación <i>spin-off</i>	128,5	87,50	63,64	100	114,3	55,56	45,45	75	87,5
Dotación de RRHH	6	8	8	10	8	8	16	5	12
Dotación de recursos organizativos	9	9	8	9	3	9	7	8	11
Dotación de recursos tecnológicos	0	0	2	8	0	0	4	0	0
Dotación de recursos físicos	6	0	1	0	0	0	8	1	6
Recursos financieros	Púb.	Púb.	Púb.	Púb.	Púb.	Púb.	Pub. Priv.	Púb.	Pub. Priv.
Acceso a redes	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Definición de los objetivos de la estrategia	No	No	No	No	No	No	Sí	No	No

Fuente: Elaboración propia.

En una primera aproximación, del Cuadro 22 se pueden extraer las siguientes conclusiones generales:

- En el conjunto de las estrategias de incubación de las universidades andaluzas predominan las características del modelo de selección baja.
- Salvo en el caso de Málaga, los objetivos que pretenden conseguir las universidades andaluzas con la promoción de *spin-offs* no están claramente definidos, lo que puede asociarse a la falta de un modelo claro de estrategia de incubación en la mayor parte de las universidades andaluzas.
- Apenas se observan rasgos del modelo de incubadora en el conjunto de estrategias de promoción de las universidades andaluzas.
- Parecen apreciarse rasgos de la estrategia de incubación que no se corresponden con los que cabría esperar a tenor del modelo predominante en algunas universidades. Éstos son más claros en las universidades de Córdoba, Granada y Málaga, que son las que presentan más rasgos de dos o tres modelos distintos. Ello podría deberse a que desarrollan varias estrategias de forma simultánea. Sin embargo, dada la escasez de recursos disponibles y otras deficiencias que se han puesto de manifiesto, parece más probable que en la mayor parte de los casos se encuentre relacionado con la falta de un modelo claro de estrategia de incubación, como se ha señalado en un punto anterior.
- Todas las universidades, salvo la de Málaga, presentan deficiencia de recursos, siendo ésta especialmente acusada en el caso de Huelva, Jaén, Pablo de Olavide y, en menor medida, en Sevilla.

Conforme a lo señalado anteriormente, y centrándonos en los rasgos en los que las diferencias entre universidades son más evidentes, se pueden identificar tres grupos entre las universidades andaluzas de acuerdo con las características de la estrategia de incubación de *spin-offs* que llevan a cabo sus OTRIs:

- Grupo 1. En este grupo se encuentra la Universidad de Málaga. La estrategia de incubación que lleva a cabo esta universidad se diferencia con claridad de las restantes en los siguientes aspectos:
 - o El valor que toma la ratio *spin-offs/ investigadores* es el más elevado de todas las universidades andaluzas e indica que la estrategia no presenta deficiencia de recursos.
 - o La estrategia cuenta con una dotación de recursos mayor a la del resto de universidades andaluzas. Esta característica se hace más notable en el caso de la dotación de recursos humanos y físicos.

- A diferencia del resto de universidades analizadas, en la estrategia que lleva a cabo la Universidad de Málaga se han definido los objetivos que se pretenden conseguir con la creación de *spin-offs*.

Pese a ello, si se consideran todas las características que se han tratado al analizar la estrategia de incubación que desarrolla la Universidad de Málaga, se puede señalar, siguiendo a Clarysse et ál. (2005), que en ella predominan los rasgos del modelo de selección baja, aunque también presente numerosos rasgos del modelo de apoyo.

- Grupo 2. En este segundo grupo se encuentran las universidades de Almería, Cádiz, Córdoba, Granada y Sevilla. En ellas se observan las siguientes características comunes que las diferencian del resto de universidades analizadas:
 - La ratio *spin-offs/investigadores* toma valores intermedios en comparación con el resto de universidades andaluzas.
 - La dotación de recursos se puede considerar intermedia teniendo en cuenta todas las estrategias analizadas, aunque se pueden identificar importantes diferencias entre ellas.

A tenor de estas características, y de las que se han puesto de manifiesto en el análisis realizado en páginas anteriores, se puede señalar que estas universidades están desarrollando una estrategia de incubación deficiente en recursos en la que predominan los rasgos del modelo de selección baja, de acuerdo con la clasificación de Clarysse et ál. (2005).

- Grupo 3. En este grupo se encuentran las universidades de Jaén, Huelva y Pablo de Olavide. Las características comunes que presentan son principalmente las siguientes:
 - La ratio *spin-offs/ investigadores* toma valores más bajos que en el resto de universidades andaluzas.
 - La dotación de recursos de la estrategia de incubación que llevan a cabo estas universidades es menor que la del resto de universidades analizadas. Ello se observa principalmente en la dotación de recursos humanos, tecnológicos y físicos.

Podemos señalar que en las estas universidades se lleva a cabo una estrategia de incubación muy deficiente en recursos en la que predominan los rasgos del modelo de selección baja.

A partir del análisis realizado, puede afirmarse que en todas las universidades públicas andaluzas siguen en gran medida a una estrategia de incubación basada en el modelo de selección baja. No obstante, como se ha visto, hay diferencias entre ellas que son de gran trascendencia para el desarrollo y resultados de las estrategias de incubación.

5.2. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS CLUSTER

Con el objeto de confirmar la clasificación de universidades andaluzas a la que nos ha conducido el trabajo realizado en este capítulo, se ha aplicado un análisis cluster sobre las variables estudiadas. La razón por la que esta técnica se aplica con fines confirmatorios, es decir, a posteriori y no como análisis exploratorio, es el escaso número de elementos que integran la población analizada, sólo nueve universidades. Tan reducido número de casos no hizo aconsejable que el estudio partiera de las agrupaciones que dicha técnica proporciona. Sin embargo, sí tiene sentido realizar el análisis cluster a posteriori, ya que si confirma la clasificación anteriormente realizada reforzará los resultados obtenidos, y en caso contrario será una herramienta útil para analizar las divergencias observadas y ver si responden a posibles errores en nuestras apreciaciones o, si por el contrario, se trata de distorsiones en la formación de los clusters provocadas por la escasez de los datos analizados u otra razón que pudiera ayudarnos a valorar nuestras apreciaciones anteriores.

En el Cuadro 23 se resumen los resultados obtenidos con un análisis cluster que persigue identificar las estrategias de incubación de las universidades andaluzas mediante la aplicación de la técnica de los conglomerados de K-medias para tres grupos.

Cuadro 23: Pertenencia a los conglomerados

Número de caso	Nombre de la universidad	Conglomerado	Distancia
1	Almería	2	8,176
2	Granada	2	13,970
3	Jaén	3	5,947
4	Córdoba	2	7,250
5	Málaga	1	,000
6	Sevilla	2	9,378
7	Pablo de Olavide	3	5,599
8	Huelva	3	6,589
9	Cádiz	2	9,008

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el Cuadro 23, a partir del análisis cluster se han formado tres grupos de universidades. El primero está integrado por la Universidad de Málaga, mientras que el segundo incluye las universidades de Almería, Cádiz, Córdoba, Granada y Sevilla. En el tercer grupo, por último, se encuentran las universidades de Huelva, Jaén y Pablo de Olavide. Esta clasificación coincide con la que se ha obtenido del análisis de los rasgos de las estrategias de incubación, lo que da fuerza al análisis realizado en las páginas anteriores. A continuación se tomarán los resultados de ese análisis, junto a otros datos procedentes de otras fuentes secundarias, para profundizar, una a una, en las estrategias de las universidades públicas andaluzas con el objetivo de identificar sus principales características, fortalezas y debilidades.

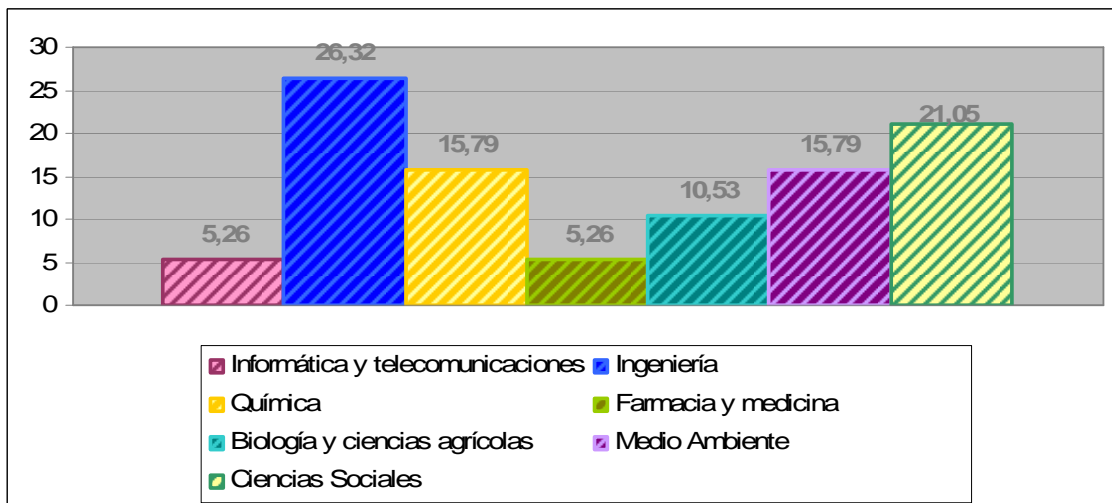
5.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE INCUBACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS

5.3.1. Universidad de Almería

La transferencia de tecnología ha sido siempre un objetivo importante para la Universidad de Almería, hecho que se refleja en que empezara a fomentar la creación de empresas desde 1994, sólo un año después de su creación. Según nuestra encuesta su cultura empresarial es una de las más elevadas de Andalucía, y es la universidad que hace un mayor uso de instrumentos para su promoción. Cuenta con un parque empresarial, el Parque Científico y Tecnológico de Almería (PITA), que tiene prevista la creación de una sede en la universidad, donde se situarán las empresas de base tecnológica. Como se puede observar en el Gráfico 34, la ingeniería es el sector de actividad más importante entre las 19 *spin-offs* universitarias almerienses. También destacan las ciencias sociales, en las que se pueden identificar actividades como la consultoría, seguidas de la química y el medio ambiente.

- *Modelo que predomina.* En la estrategia que está llevando a cabo la universidad de Almería predominan claramente las características del modelo de selección baja. Ello es coherente con el notable porcentaje de empresas dedicadas a las ciencias sociales, que se han creado en esta universidad. A pesar del predominio de las características del modelo de selección baja se pueden identificar tres rasgos que no son propios de este modelo, ya que toman valores que los acercan en mayor medida al modelo de apoyo:
 - Porcentaje de financiación de las *spin-offs* procedentes de fondos privados.
 - Dotación de recursos físicos.
 - Acceso a redes.

Gráfico 34: Sectores de actividad de las *spin-offs* creadas en la Universidad de Almería



Fuente: Elaboración propia a partir de datos facilitados por las universidades y el Programa Campus.

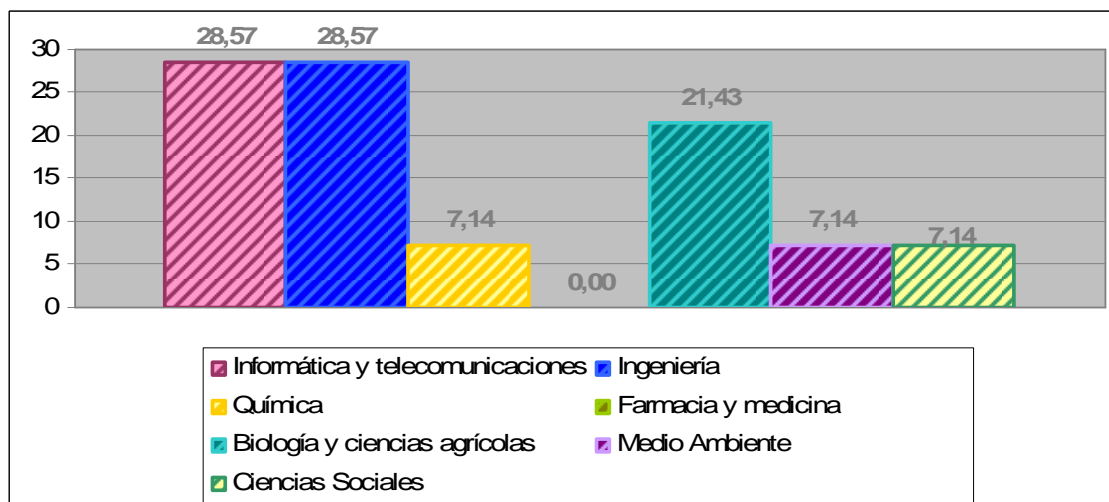
- *Valoración de la dotación de recursos* (exceptuando los recursos físicos): La dotación de recursos humanos, organizativos, tecnológicos, financieros y el acceso a redes de la universidad almeriense es, de acuerdo con la ratio número de *spin-offs* anuales/investigadores de la universidad, levemente deficiente. Además, la universidad no ha definido los objetivos que pretende conseguir con la estrategia de incubación, lo que, según se ha puesto manifiesto en nuestro desarrollo teórico, se asocia con deficiencia de recursos.

- *Debilidades de la estrategia de incubación.* Se puede identificar como principales debilidades los dos aspectos señalados anteriormente, es decir, la deficiencia en recursos que presenta la estrategia y la no definición de los objetivos que se pretenden conseguir con la creación de *spin-offs* en la universidad
- *Fortalezas de la estrategia de incubación.* Las principales fortalezas de la estrategia de incubación de Almería son:
 - La elevada valoración que recibe su cultura empresarial: Este aspecto es especialmente importante para esta universidad, donde predomina el modelo de selección baja en la estrategia de incubación, ya que la decisión de crear una empresa para explotar los resultados de la investigación depende de los investigadores. Así, la difusión de la cultura empresarial entre éstos favorece la creación de *spin-offs* frente al uso de otros mecanismos de transferencia de tecnología.
 - La dotación de recursos físicos: La disponibilidad de incubadora y espacios para crear empresas (recursos físicos) no es uno de los elementos clave del modelo de selección baja. Sin embargo, se considera que facilitan la actividad de las *spin-offs* durante sus primeros años de actividad, lo que constituye una fortaleza de la estrategia de incubación independientemente del modelo que predomine.
 - Acceso a redes: Al igual que en el caso anterior, la posibilidad de colaborar con empresas de la zona facilita la actividad de las *spin-offs*.

5.3.2. Universidad de Cádiz

Al igual que ocurre en el caso de Almería, la promoción de las *spin-offs* constituye una actividad relativamente reciente en la Universidad de Cádiz –se inicia en 2003–. Hasta el momento se han creado 15 empresas, cifra que supera las conseguidas en otras universidades andaluzas de tamaño mayor. No obstante, su cultura empresarial recibe una valoración baja en comparación con otras universidades, a lo que probablemente no resulte ajeno que el uso de instrumentos para promocionarla sea uno de los más elevados de Andalucía.

Gráfico 35 Sectores de actividad de las *spin-offs* creadas en la Universidad de Cádiz



Fuente: Elaboración propia a partir de datos facilitados por las universidades y el Programa Campus.

En el Gráfico 35 se representan los porcentajes de *spin-offs* creadas en la universidad de acuerdo con su sector de actividad. Como se puede observar, destacan los porcentajes de empresas dedicadas tanto a la ingeniería como a la informática y las telecomunicaciones, seguidas del sector de la biología y las ciencias agrícolas.

- *Modelo que predomina:* En la estrategia que lleva a cabo la Universidad de Cádiz predominan las características del modelo de selección baja. No obstante, el porcentaje de proyectos de base tecnológica sobre el total de proyectos aprobados es superior al que presentan otras universidades andaluzas. Este es un rasgo característico del modelo de apoyo.
- *Dotación de recursos:* La dotación de recursos humanos, organizativos, tecnológicos, financieros de la estrategia de incubación de la Universidad de Cádiz y su capacidad de acceso a redes se pueden considerar deficientes, como también se desprende de la ratio *número de spin-offs creadas/investigadores*. Además, los objetivos que se pretenden conseguir con la creación de empresas no se encuentran definidos, aspecto que, como ya se ha señalado, es indicativo de la estrategia de incubación deficiente en recursos.
- *Debilidades de la estrategia de incubación.* Se puede identificar como debilidades los dos aspectos señalados anteriormente, es decir, la deficiencia en recursos que presenta la estrategia y la indefinición de los objetivos que se pretenden conseguir con la creación de *spin-offs* en la universidad. A ello se suma la escasa valoración que recibe la cultura empresarial en la universidad,

lo que resulta especialmente grave al llevar a cabo una estrategia en la que predomina el modelo de selección baja. No obstante, el elevado uso de instrumentos de promoción de la cultura empresarial hace esperar que la valoración de ésta mejore en los próximos años.

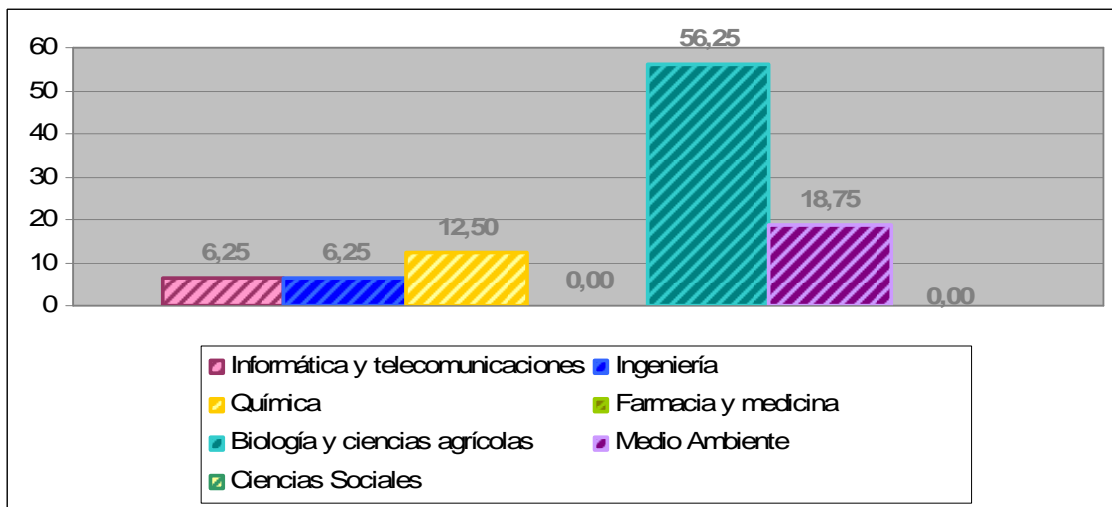
- *Fortalezas de la estrategia de incubación.* La principal fortaleza de la estrategia de incubación de la Universidad de Cádiz es la orientación de la OTRI hacia la promoción de *spin-offs* de base tecnológica, lo que se refleja en el porcentaje de empresas creadas en sectores en los que la tecnología juega un papel clave, como las telecomunicaciones y la informática.

5.3.3. Universidad de Córdoba

La Universidad de Córdoba comenzó a promocionar la creación de empresas en 2004, es decir, con posterioridad a la mayor parte de las universidades andaluzas. Ello no significa, sin embargo, que no existiera interés en esta actividad, al menos entre los investigadores. Su cultura empresarial recibe una elevada valoración, siendo ésta la universidad que dio origen a la primera *spin-off* académica andaluza en 1995. Cuenta con un campus específico para la docencia e investigación en actividades agroalimentarias, el de Rabanales, y desde 2001 con un parque científico y tecnológico, Rabanales 21. Esta orientación sectorial, se refleja en la actividad de las 16 empresas creadas (Gráfico 36). Entre ellas el porcentaje de *spin-offs* que se dedican al sector de la biología y las ciencias agrícolas es muy superior al resto, así como al porcentaje que presentan las restantes universidades andaluzas. Otras actividades importantes son las medioambientales y la química, que también se relacionan con el sector agroindustrial.

- *Modelo que predomina:* En la estrategia de incubación de *spin-offs* que lleva a cabo la OTRI de la Universidad de Córdoba predominan los rasgos del modelo de selección baja. Sin embargo, se pueden identificar algunos rasgos que son propios de otros modelos:
 - La OTRI se implica en todas las etapas de la creación de la *spin-off*, no solamente en las iniciales, como es habitual en el modelo de selección baja. Este rasgo es más propio de los modelos de apoyo e incubadora.
 - La OTRI dispone de recursos tecnológicos para promocionar la creación de *spin-offs*, aspecto que suele ser característico del modelo de incubación de apoyo.

Gráfico 36: Sectores de actividad de las *spin-offs* creadas en la Universidad de Córdoba



Fuente: Elaboración propia a partir de datos facilitados por las universidades y el Programa Campus.

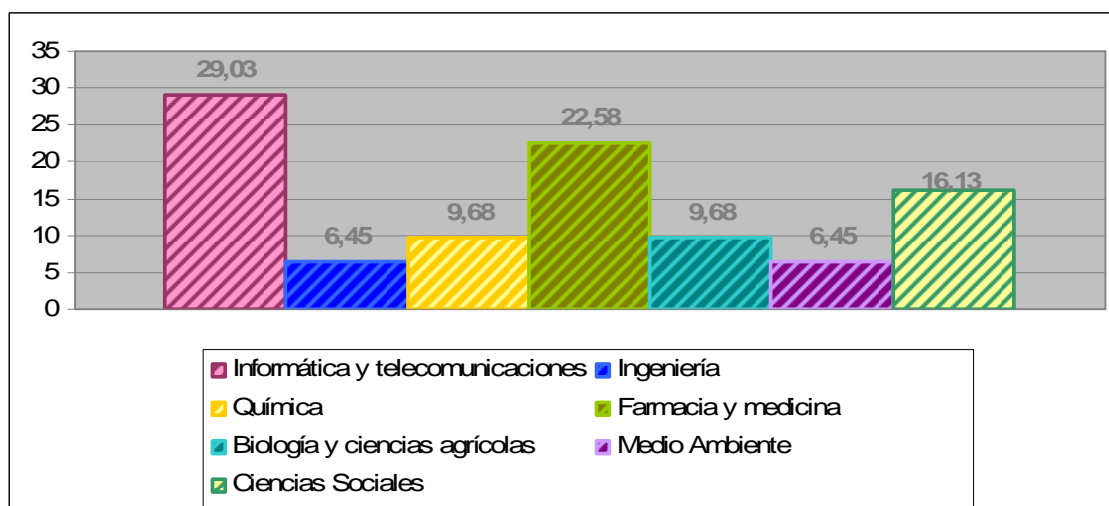
- *Valoración de la dotación de recursos de la estrategia:* La dotación de recursos organizativos, físicos y financieros utilizada para desarrollar la estrategia de incubación la Universidad de Córdoba se puede considerar deficiente. Además, el valor obtenido al calcular la ratio *spin-offs/investigadores* se aproxima al que Clarysse et ál. identifican en las estrategias deficientes de recursos y no se han definido los objetivos que la universidad pretende conseguir con la creación de *spin-offs*, aspectos característicos de las estrategias de incubación deficientes en recursos.
- *Debilidades de la estrategia de incubación:* Se pueden identificar como principales debilidades los dos aspectos señalados anteriormente, es decir, la deficiencia en recursos que presenta la estrategia y la indefinición de los objetivos que se pretenden conseguir con la creación de *spin-offs* en la universidad.
- *Fortalezas de la estrategia de incubación:* Destaca la elevada valoración que recibe la cultura empresarial de la universidad. Este aspecto se considera especialmente importante en este caso, ya que en la estrategia de incubación predominan los rasgos del modelo de selección baja, en el que, como se ha señalado anteriormente, la influencia que ejerce la cultura empresarial sobre la creación de *spin-offs* es mayor que en otros modelos. La disponibilidad un campus específico y de un parque tecnológico especializados en actividades

agroalimentarias también constituyen una fortaleza, que puede ayudar a desarrollar estrategias del modelo de apoyo, aunque para lograrlo eficazmente necesitaría desarrollar algunos rasgos más de ese modelo frente al de selección baja.

5.3.4. Universidad de Granada

La creación de *spin-offs* en la Universidad de Granada se fomenta desde el año 2000, siendo ésta la segunda universidad de Andalucía en número de empresas creadas, aspecto que resulta contradictorio con la valoración que recibe la cultura empresarial en la universidad, la más baja de Andalucía. Los sectores predominantes entre las 31 *spin-offs* creadas en la Universidad de Granada son la informática y las telecomunicaciones y la medicina y los productos farmacéuticos (Gráfico 37). El porcentaje de empresas dedicadas a este último es el más elevado de Andalucía, lo que se explica por la influencia que ejerce el Parque Tecnológico de Ciencias de la Salud, en Armilla, a pesar de que su funcionamiento a pleno rendimiento está previsto para 2010. En él se van a situar las facultades de Medicina, Odontología, Farmacia y de Ciencia de la Salud, con el objetivo de integrar en un mismo espacio la docencia, investigación y la creación de empresas en esta rama de la ciencia.

Gráfico 37: Sectores de actividad de las *spin-offs* creadas en la Universidad de Granada



Fuente: Elaboración propia a partir de datos facilitados por las universidades y el Programa Campus.

- *Modelo que predomina:* En la estrategia desarrollada por la OTRI de Granada se pueden identificar tanto rasgos del modelo de apoyo como de selección baja. Apuntan a este último, entre otros, los siguientes:

- Porcentaje de participación de la OTRI en la gestión de la oportunidad empresarial.
- Número de criterios utilizados para la selección de los proyectos.
- Porcentaje de proyectos seleccionados y de base tecnológica.
- La dotación de recursos, exceptuando los tecnológicos.

En cambio, son característicos del modelo de apoyo la importancia de la tecnología en los proyectos aprobados, la implicación de la OTRI en las etapas posteriores de la creación de la *spin-off* y la dotación de recursos tecnológicos, muy superior a la del resto de universidades andaluzas. Para determinar cuál es el modelo que predomina en la estrategia de incubación podemos observar algunos rasgos básicos de ésta, como el número de trabajadores de la OTRI, la procedencia de los recursos o la participación en la gestión de la oportunidad, que se identifican claramente con el modelo de selección baja. Por ello consideramos que éste es el modelo que predomina en la estrategia de incubación de la Universidad de Granada.

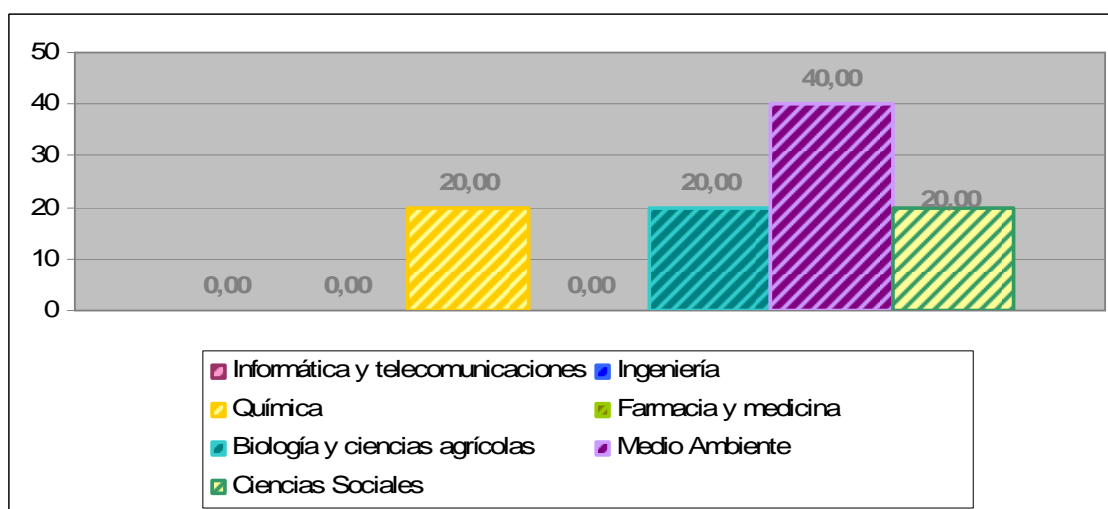
- *Valoración de la dotación de recursos de la estrategia:* La dotación de recursos humanos, organizativos, financieros y el acceso a redes utilizados para desarrollar la estrategia de incubación de la Universidad de Granada se puede considerar deficiente, de acuerdo con el valor que toma la ratio *spin-offs/investigadores*. A ello apunta también la indefinición de los objetivos que se pretenden conseguir con la creación de *spin-offs* en la universidad, aspecto característico de las estrategias deficientes en recursos.
- *Debilidades de la estrategia de incubación:* Se pueden identificar como principales debilidades los dos aspectos señalados anteriormente, es decir, la deficiencia en recursos que presenta la estrategia y la indefinición de los objetivos que se pretenden conseguir con la creación de *spin-offs* en la universidad.
- *Fortalezas de la estrategia de incubación:* Destaca la posibilidad de implantar un itinerario alternativo de promoción de empresas de acuerdo con el modelo de apoyo, ya que la OTRI de la Universidad de Granada se implica en todas las etapas del proceso de creación de la empresa y dispone de algunos de los elementos necesarios para ello, como los recursos tecnológicos. De este modo, ante un proyecto de creación de una *spin-off*, se podría elegir entre un itinerario de promoción u otro, según las características del proyecto y los

objetivos que se pretendan conseguir con él. No obstante, para lograrlo sería necesario aumentar los recursos disponibles para la estrategia, de modo que se superara la deficiencia actual y se alcanzara una dotación de recursos acorde con el modelo de apoyo.

5.3.5. Universidad de Huelva

La Universidad de Huelva forma, junto con Jaén y Córdoba, el grupo de universidades que empezaron a promocionar la creación de empresas en 2004. A pesar de su limitada experiencia, entre 2007 y 2009 se han creado cinco *spin-offs*, resultado que contrasta con el obtenido en Jaén, donde se ha creado una. Entre las causas que pueden explicar este hecho se encuentra la diferente valoración que recibe la cultura empresarial, que es mayor en el caso de la Universidad de Huelva. La actividad de las empresas onubenses se centra principalmente en el sector medioambiental (Gráfico 38), aunque también hay *spin-offs* dedicadas a la química, la biología y las ciencias sociales.

Gráfico 38: Sectores de actividad de las *spin-offs* creadas en la Universidad de Huelva



Fuente: Elaboración propia a partir de datos facilitados por las universidades y el Programa Campus.

- *Modelo que predomina:* En la estrategia de incubación que lleva a cabo la OTRI de Huelva predominan las características del modelo de selección baja. Se observa, sin embargo, un rasgo que no es característico de este modelo: la limitada independencia de la OTRI frente a la universidad, que es más habitual en el modelo de incubadora.
- *Valoración de la dotación de recursos de la estrategia:* La dotación de recursos humanos, tecnológicos, físicos y financieros utilizados en la estrategia de

incubación que lleva a cabo la Universidad de Huelva se puede considerar muy deficiente de acuerdo con el valor obtenido al calcular la ratio *spin-offs/investigadores*, que es uno de los más bajos de Andalucía. Este aspecto, unido a la indefinición de los objetivos que se pretenden conseguir con la creación de empresas en la universidad, indican que la estrategia de la Universidad de Huelva adolece de una grave deficiencia de recursos. La implantación de la estrategia de incubación de *spin-offs* en esta universidad es reciente, ya que Huelva empieza a promocionar la creación de empresas en 2004, con posterioridad a la mayor parte de universidades andaluzas. Desde entonces la OTRI ha avanzado en la implantación de una estrategia de incubación de empresas con las características del modelo de selección baja, pero este proceso aún no ha concluido y, en consecuencia, la dotación de recursos es muy limitada y el esfuerzo en creación de empresas es bajo en comparación con el que presentan otras universidades andaluzas.

- *Fortalezas y debilidades:* La principal debilidad es que, como se acaba de señalar, la estrategia de incubación de *spin-offs* de la Universidad de Huelva aún no se encuentra completamente implantada. Como fortaleza se puede destacar la elevada valoración que recibe su cultura empresarial. Al igual que ocurre en Almería y Córdoba, esta fortaleza es especialmente importante en esta universidad, ya que en su estrategia predominan los rasgos del modelo de selección baja, de modo que la decisión de crear una empresa recae sobre el investigador, dependiendo en buena medida de su cultura empresarial.

5.3.6. Universidad de Jaén

Desde 2004, año en que comienza la promoción de la creación de *spin-offs*, en la Universidad de Jaén se ha creado una empresa, cuya actividad se centra en el sector químico. Este resultado, que se puede considerar pobre si se compara con el obtenido en universidades con características similares, como Huelva, se puede explicar por la valoración más baja que recibe la cultura empresarial en el caso de Jaén. Para promocionarla se están utilizando diversos instrumentos, como se ha visto anteriormente, cuyo uso se puede considerar elevado en comparación con el resto de universidades andaluzas.

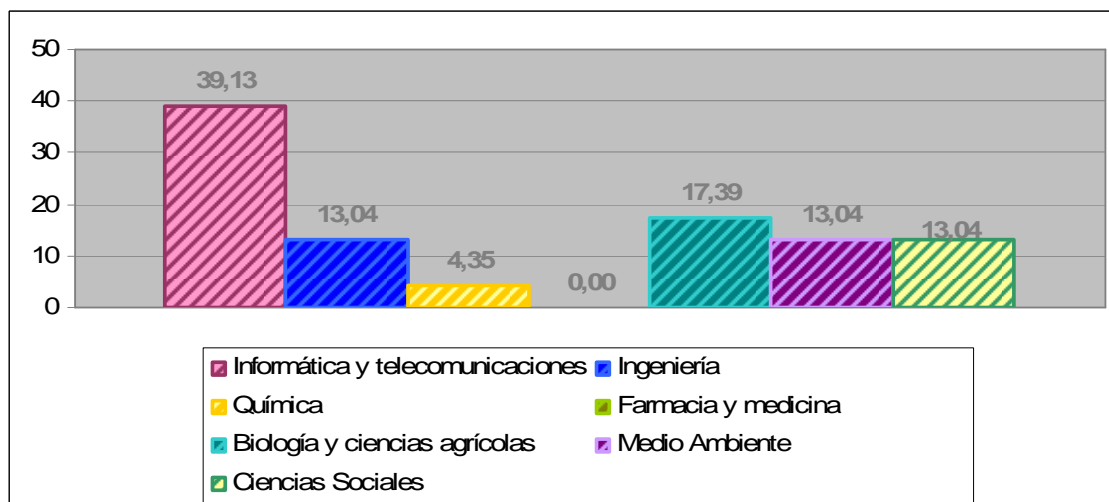
- *Modelo que predomina:* En la estrategia de promoción de *spin-offs* que lleva a cabo la OTRI de la Universidad de Jaén predominan claramente las características del modelo de selección baja y todos los rasgos analizados parecen ser propios de este modelo.

- *Valoración de la dotación de recursos de la estrategia:* La dotación de recursos humanos, tecnológicos, físicos y financieros utilizados en la estrategia de incubación que lleva a cabo la Universidad de Jaén se puede considerar muy deficiente de acuerdo con el valor obtenido al calcular la ratio *spin-offs/investigadores*, que es claramente inferior al habitual en las universidades que llevan a cabo un modelo de selección baja. Al igual que en el caso de Huelva, esta característica aparece junto con la indefinición de los objetivos de la estrategia y una escasa experiencia en la promoción de la creación de empresas en la universidad, de lo que se deduce que la estrategia de la Universidad de Jaén no se encuentra aún bien implantada.
- *Fortalezas y debilidades:* A pesar de que el proceso de implantación de una estrategia de incubación de *spin-offs* aún no parece haber finalizado –lo que constituye la principal debilidad de su estrategia de incubación–, se pueden identificar en ella una fortalezas, el elevado uso que hacen de instrumentos de promoción de la cultura empresarial. Este aspecto resulta aún más importante al predominar en la estrategia los rasgos del modelo de selección baja, en el que, como se ha indicado anteriormente, la cultura empresarial influye de forma determinante sobre la creación de empresas.

5.3.7. Universidad de Málaga

La Universidad de Málaga es la tercera de Andalucía en presupuesto y número de alumnos, pero la primera en número de empresas creadas (60). La promoción de las *spin-offs* se lleva a cabo en estrecha colaboración con el Parque Tecnológico de Andalucía (PTA), el primero que se construyó en la comunidad autónoma. En el PTA se sitúan empresas innovadoras dedicadas a diversas actividades, destacando las relacionadas con las tecnologías de la información y la comunicación. La presencia del PTA y el decidido fomento de la creación de empresas por parte de las autoridades de la universidad pueden ser dos de los factores que explican el elevado número de *spin-offs* creadas en la Universidad de Málaga. En cambio, la cultura empresarial de la universidad no parece explicar este hecho, ya que recibe una valoración baja en comparación con otras universidades andaluzas. La influencia del PTA sobre la creación de empresas en la Universidad de Málaga se refleja además en las actividades que éstas llevan a cabo, entre las que destacan, como se puede observar en el Gráfico 39, la informática y las telecomunicaciones.

Gráfico 39: Sectores de actividad de las *spin-offs* creadas en la Universidad de Málaga



Fuente: Elaboración propia a partir de datos facilitados por las universidades y el Programa Campus.

- *Modelo que predomina:* Al igual que en el caso de Granada, en la estrategia que lleva a cabo la OTRI de Málaga se pueden identificar rasgos de diferentes modelos de incubación.
 - Modelo de apoyo: apuntan a este modelo la importancia de la tecnología en la selección de los proyectos, la financiación de ésta con recursos privados y la disponibilidad de acceso a redes.
 - Modelo de incubadora: son propias de este modelo la implicación de la OTRI en las etapas posteriores de desarrollo de las *spin-offs* y la elevada dotación de recursos físicos.
 - Modelo de selección baja: se pueden relacionar con él la reducida implicación de la OTRI en la gestión de la oportunidad, el escaso número de criterios utilizados en la selección de los proyectos, la financiación mayoritariamente pública de las empresas, el número de trabajadores de la OTRI y el porcentaje de proyectos seleccionados.

De ello se deduce que, al igual que en el caso de Granada, en los rasgos que permiten definir la estrategia de incubación que desarrolla la Universidad de Málaga predominan las características del modelo de selección baja.

- *Valoración de la dotación de recursos de la estrategia:* De acuerdo los resultados obtenidos en la ratio *spin-offs/investigadores*, la universidad de Málaga es la única universidad andaluza que no presenta deficiencia en recursos.

- *Debilidades de la estrategia de incubación:* destaca la menor valoración que recibe su cultura empresarial en comparación con otras universidades de Andalucía. Este aspecto puede ser considerado grave si se tiene en cuenta que la influencia de la cultura empresarial en la creación de empresas es mayor en la estrategia de selección baja que en la de apoyo o incubadora. No obstante, la Universidad de Málaga podría implantar un itinerario alternativo de promoción de empresas identificable con el modelo de apoyo, ya que en su estrategia actual se identifican numerosos rasgos de este modelo. Ello permitiría contrarrestar la baja valoración que recibe la cultura empresarial con una mayor implicación de la OTRI en la identificación de oportunidades empresariales.
- *Fortalezas de la estrategia de incubación.* Pueden señalarse varias:
 - La principal fortaleza de la estrategia de la Universidad de Málaga se basa, como se ha visto anteriormente, en la posibilidad de implantar un itinerario alternativo de promoción de empresas identificable con el modelo de apoyo. Como resultado, la Universidad de Málaga podría promocionar los proyectos de *spin-offs* siguiendo el modelo de incubación más adecuado según sus características. Así, por ejemplo, ante un proyecto en el que la tecnología se encuentre en fase de desarrollo puede optar por seguir un modelo de incubación de apoyo, mientras que en los proyectos que no incorporan base tecnológica o en los que ésta se encuentra plenamente desarrollada se puede seguir un itinerario de incubación de selección baja.
 - Los objetivos de la estrategia se encuentran definidos, lo que favorece su consecución. Los principales objetivos que se pretenden lograr con la creación de *spin-offs* universitarias son comercializar tecnología y generar empresas que tenga un rápido crecimiento, aunque también se destaca la creación de puestos de trabajo y el fomento del autoempleo entre alumnos e investigadores de la universidad. Estos objetivos se identifican en mayor medida con el modelo de apoyo, aunque también están presentes los objetivos habituales en el modelo de selección baja.
 - La dotación de recursos es mayor a la que presentan el resto de universidades andaluzas y no es deficiente para la estrategia predominante. La estrategia de la Universidad de Málaga se puede considerar, en definitiva, la más desarrollada de Andalucía.

5.3.8. Universidad Pablo de Olavide

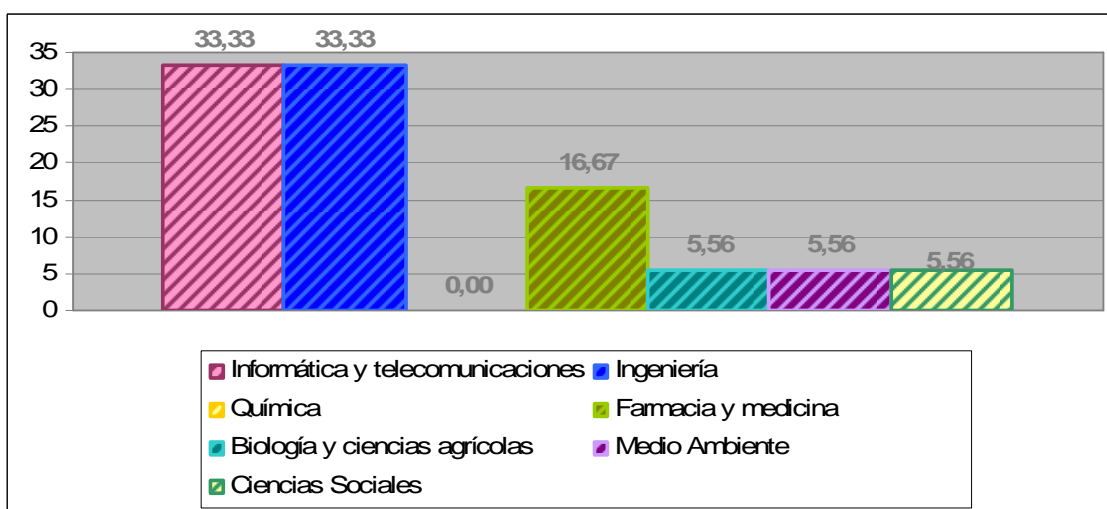
La Universidad Pablo de Olavide es la más joven de las universidades andaluzas y también una de las que más recientemente han implantado la política de promoción de *spin-offs*. Estas características, junto con su reducido tamaño, pueden explicar que hasta el momento sólo se haya creado una empresa, a pesar de que su cultura empresarial recibe una valoración media-alta en comparación con otras universidades andaluzas. La actividad de esta empresa se centra en el sector de la biología, lo que se puede deber a que la universidad cuenta con importantes centros de investigación dedicados a esta rama de la ciencia que se localizan en el parque tecnológico Cartuja 93, aunque está previsto que se construya un parque en Dos Hermanas con el que se establecerá una estrecha colaboración en transferencia de tecnología.

- *Modelo que predomina:* En la estrategia que lleva a cabo la OTRI de la Universidad Pablo de Olavide predominan los rasgos del modelo de selección baja aunque se puede identificar una característica que apunta al modelo de apoyo: la elevada participación de la OTRI en la gestión de la oportunidad empresarial.
- *Dotación de recursos:* La dotación de recursos humanos, organizativos, tecnológicos, financieros y el acceso a redes de la Universidad Pablo de Olavide se puede considerar muy deficiente. A ello apunta el resultado obtenido al calcular la ratio *spin-offs/investigadores*, menor al alcanzado en la mayor parte de las universidades andaluzas. Este rasgo, unido a la indefinición de los objetivos de la estrategia y a la escasa experiencia en promoción de la creación de empresas (se lleva a cabo desde 2004) indican que, al igual que ocurre en los casos de Huelva y Jaén, la estrategia de la Universidad Pablo de Olavide no se encuentra completamente implantada.
- *Fortalezas y debilidades:* A pesar de que el proceso de implantación de la estrategia parece no haber finalizado todavía –lo que constituye su principal debilidad– se puede identificar como fortaleza la valoración que recibe la cultura empresarial, que es media-alta en comparación con otras universidades andaluzas. Como se ha indicado anteriormente, este aspecto tiene especial importancia en el caso de universidades que llevan a cabo una estrategia en la que predominan los rasgos del modelo de selección baja, como ocurre en la Pablo de Olavide.

5.3.9. Universidad de Sevilla

La creación de *spin-offs* en la Universidad de Sevilla se empezó a fomentar en 2001 y desde entonces han surgido 18 empresas. Esta cifra, que puede parecer importante en términos absolutos, resulta modesta si se pone en relación con el tamaño de la universidad y se compara con las de otras universidades andaluzas de similares características. La actividad de las empresas creadas se centra principalmente en los sectores de la informática y las telecomunicaciones y la ingeniería (Gráfico 40). Posiblemente, a ello no resulte ajeno el hecho de que la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Sevilla se encuentre situada en el Parque Tecnológico Cartuja 93, lo que puede favorecer el establecimiento de redes de colaboración entre universidad e industria y la creación de empresas por parte de investigadores y alumnos de dicha facultad.

Gráfico 40: Sectores de actividad de las *spin-offs* creadas en la Universidad de Sevilla



Fuente: Elaboración propia a partir de datos facilitados por las universidades y el Programa Campus.

- *Modelo que predomina:* Las características que presenta la estrategia de incubación de *spin-offs* de la Universidad de Sevilla responden, en su mayoría, al modelo de selección baja, aunque se pueden identificar dos rasgos que la colocan más cerca del modelo de apoyo que otras universidades andaluzas:
 - La dotación de recursos organizativos y físicos, superior a la de la mayor parte de universidades.
 - La participación de fondos privados en la financiación de la actividad de la OTRI.

- *Dotación de recursos:* Aunque la OTRI de la Universidad de Sevilla dispone de más recursos físicos y organizativos que el resto de universidades andaluzas, la dotación global de recursos empleados en su estrategia se puede considerar deficiente. Así lo indica el valor obtenido en la ratio *spin-offs/investigadores*, considerablemente más bajo que el habitual en el modelo de selección baja. Además, los objetivos que se pretenden conseguir con la creación de *spin-offs* no se encuentran definidos, lo que se interpreta como un rasgo característico de que la estrategia adolece de deficiencia de recursos.
- *Debilidades de la estrategia de incubación:* La indefinición de los objetivos y la deficiencia global de recursos constituyen las principales debilidades de la estrategia de la Universidad de Sevilla. Para contrarrestarlas, la universidad puede definir los objetivos que pretende conseguir con la creación de empresas y aumentar los recursos humanos, tecnológicos, financieros y el acceso a redes de la OTRI, ya que la dotación del resto de recursos –físicos y organizativos– no es deficiente.
- *Fortalezas de la estrategia de incubación:* La principal fortaleza reside en la valoración de la cultura empresarial en la universidad, una de las más elevadas de Andalucía. Como se ha señalado anteriormente, este aspecto es especialmente importante en el caso de estrategias como la que desarrolla la Universidad de Sevilla, en las que predominan los rasgos del modelo de selección baja. Otra fortaleza reseñable es su dotación de recursos organizativos y físicos.

6. COMPARACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE SELECCIÓN BAJA EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS Y EN LA UNIVERSIDAD DE TWENTE

En esta sección comparamos las estrategias de incubación que llevan a cabo las universidades andaluzas con la estrategia de la Universidad de Twente (Países Bajos). El motivo que justifica esta comparación es el hecho de que la Universidad de Twente ha sido considerada por distintos autores como lo que podríamos denominar un “paradigma” de la política de incubación basada en el modelo de selección baja en Europa (Clarysse et ál., 2005). Así, esa comparación permitirá poner de manifiesto las diferencias y debilidades que muestran las estrategias de incubación de las universidades andaluzas, donde predomina el modelo de selección baja, respecto a una universidad que es considerada la más representativa de dicho modelo.

La Universidad de Twente impulsa la creación de empresas desde 1984 con el objetivo principal de fomentar la creación de empleo en el territorio. La región de Twente, situada en la provincia de Overijssel, en la frontera con Alemania, estaba especializada en la industria textil hasta los años 60, cuando ésta empezó a declinar, trasladándose a zonas con mano de obra más barata. El declive de la industria textil provocó que la tasa de desempleo alcanzara el 20% a finales de los años 60, por lo que la región de Twente fue considerada Objetivo 2 de la política regional de la UE (Van der Sijde et ál., 2002:97). Ello supuso la llegada de financiación a través de los fondos FEDER y FSE. Para planificar el uso de estos fondos y el futuro desarrollo de la región se creó el *Regional Technology Plan* (RTP), que considera la Universidad de Twente como uno de los motores del desarrollo regional. En él tienen una importancia singular las tecnologías en las que se encontraba especializada aquélla, como las tecnologías de la información y la comunicación, la nanotecnología, la biomedicina y el láser. El medio principal de transferencia a la industria de los conocimientos desarrollados en la universidad pasará a ser la creación de *spin-offs* universitarias, cuyo número asciende en la actualidad a más de 600 empresas.

La política de promoción de *spin-offs* en la Universidad de Twente presenta diferencias con la desarrollada en las universidades andaluzas. Mientras en estas últimas la estrategia de incubación de *spin-offs* universitarias es llevada a cabo casi exclusivamente por las OTRIs, en la Universidad de Twente se implican los siguientes organismos:

- Facultades y centros de investigación: en cada uno de ellos hay un director comercial y en algunos casos también existe la figura del *Business Chairman*, cuya posición sería similar a la de un vicedecano. Su función se centra en analizar las posibilidades de transferencia de las investigaciones realizadas en la facultad. El tipo de actividades que realiza depende del área de conocimiento de la facultad pero, en general, se dedica a valorar las oportunidades de negocio presentes en tecnologías que se encuentran en estado embrionario.
- NIKOS (Dutch Institute for Intensive Knowledge Entrepreneurship): Creado en 1991, integra la investigación y la docencia en Entrepreneurship con el fomento de la creación de empresas, que se lleva a cabo a través del TOP Program. Las empresas beneficiarias de este programa reciben asesoramiento por parte de un asesor tecnológico y otro de negocios.

- Business & Science Park Enschede (Kennispark): es el parque científico y tecnológico de la región. Depende de la universidad, la región de Twente y la provincia de Overijssel y se encuentra situado frente al campus universitario. Las *spin-offs* universitarias tienen la posibilidad de localizarse en él, lo que les permite mantener relaciones con el mundo académico, de las que pueden obtener conocimiento y mano de obra cualificada (Van der Sijde et ál., 2002:102).

Para comparar las características de la estrategia de incubación desarrollada en las universidades andaluzas con la de Twente se han calculado los valores medios de cada una de las variables o rasgos de las universidades andaluzas analizados anteriormente. Se han tenido en cuenta todas las universidades de Andalucía porque, a pesar de las diferencias identificadas en la sección anterior, en sus estrategias predominan, como se ha señalado, los rasgos del modelo de selección baja.

Cuadro 24: Resumen de la estrategia de incubación desarrollada por las universidades andaluzas y la Universidad de Twente

RASGOS DE LA ESTRATEGIA DE INCUBACIÓN	ANDALUCÍA	TWENTE
Cultura empresarial	17,22	27
Ratio <i>spin-offs</i> /investigadores	1,81	5,8
Uso de instrumentos de promoción de la cultura empresarial	11,56	7
Porcentaje particip. OTRI/investigador en gestión de oportunidad	35,37	37,5
Nº de criterios de selección	6,22	6
Porcentaje de proyectos seleccionados	85,00	100
Desarrollo de la tecnología	Medio-alto	Alto
Porcentaje de proyectos de base tecnológica	78,11	70
Compra licencias	No	No
Implicación etapas iniciales	Sí	Sí
Implicación etapas intermedias	Sí	Sí
Implicación etapas finales	No	No
Porcentaje fondos privados/públicos en financiación <i>spin-off</i>	84,16	112,5
Dotación de RRHH	9,00	30
Dotación de recursos organizativos	8,11	8
Dotación de recursos tecnológicos	1,56	0
Dotación de recursos físicos	2,44	6
Recursos financieros	Pública	Pub./Priv.
Acceso a redes	5,89	5
Definición de los objetivos de la estrategia	No	Sí

Fuente: Elaboración propia a partir de información ofrecida por las universidades salvo en el caso de la ratio *spin-offs*/investigadores de la Universidad de Twente, que se ha obtenido de Clarysse et ál. (2005).

El Cuadro 24 recoge los valores correspondientes a la media de las universidades andaluzas y la Universidad de Twente. Al analizar estos datos hay que tener en cuenta que la media andaluza puede ser poco representativa para algunas

universidades en algunas variables debido a la variabilidad observada pero, como ya se ha señalado, en general predomina en todas ellas el modelo de selección baja. De la comparación entre los datos de la Universidad de Twente y la media de las universidades andaluzas se recogen las siguientes observaciones:

- La valoración de la cultura empresarial es superior en la Universidad de Twente. La elevada cultura empresarial, habitual en las universidades que desarrollan modelos de selección baja, se hace más patente en el caso de Twente debido a su larga experiencia en el fomento de la creación de empresas. Tanto la valoración de la cultura empresarial como la experiencia en la promoción de la creación de empresas pueden ser consideradas debilidades de la estrategia de incubación de las universidades andaluzas en comparación con el caso de Twente. En cambio, el uso que hacen de los instrumentos para fomentar la cultura empresarial es mayor en el caso de las universidades andaluzas, lo que se puede explicar porque su cultura empresarial se encuentra menos desarrollada, lo que hace necesario una mayor promoción de la misma.
- La ratio *spin-offs/investigadores* es más elevada en el caso de Twente que en la media de las universidades andaluzas. Este hecho se puede explicar porque, como se ha señalado anteriormente, su cultura empresarial es mayor que la de las universidades andaluzas.
- El porcentaje de participación de la universidad en la gestión de la oportunidad es similar en ambos casos. Este rasgo es propio del modelo de selección baja, en el que la gestión de la oportunidad es llevada a cabo principalmente por el investigador.
- El grado de selectividad de la estrategia que lleva a cabo la Universidad de Twente es diferente del que presentan las universidades andaluzas. El número de criterios utilizados para seleccionar los proyectos que se van a promocionar es el mismo pero el porcentaje de proyectos seleccionados es superior en Twente, alcanzando el 100% de los presentados. Esto se explica porque la selección tiene lugar previamente, en las facultades, donde los *business chairmans* y directores comerciales eligen los proyectos más interesantes, que luego serán promovidos en el marco del TOP Program.
- El porcentaje medio de proyectos de base tecnológica sobre el total de proyectos aprobados es muy similar en Twente y en las universidades andaluzas, aunque ligeramente superior en estas últimas. Además, el grado

de desarrollo de la tecnología en las *spin-offs* que se promueven en Twente y en las universidades andaluzas es similar, ya que en ambos casos se aprueban proyectos en los que la tecnología se encuentra desarrollada. Esta es una de las causas que pueden explicar que en ninguno de los casos analizados sea habitual comprar licencias para completar la base tecnológica de las nuevas empresas.

- La implicación de la universidad de Twente en las distintas etapas de desarrollo de la empresa es igual a la que se observa en las universidades andaluzas y se identifica plenamente con el modelo de selección baja.
- La forma de financiación de las *spin-offs* es diferente en ambos casos. Mientras en Twente los fondos privados tienen más importancia que los públicos, en las universidades andaluzas por lo general ocurre lo contrario. Esto parece muy significativo, pues indica una mayor implicación con el entorno de la Universidad de Twente, lo que puede deberse a la mayor experiencia en la promoción de *spin-offs* de esta universidad o a otro tipo de factores, como los culturales. Lamentablemente no se dispone de más datos para profundizar en el estudio de este aspecto.
- La dotación de recursos es uno de los aspectos en los que más difieren los casos analizados, lo que se puede explicar porque la mayor parte de las universidades andaluzas presentan deficiencia de recursos.
 - o La dotación de recursos humanos, medida por el número de trabajadores implicados en la estrategia de promoción de la creación de *spin-offs* a tiempo completo, es claramente superior en el caso de la Universidad de Twente. Ello se debe la larga tradición de esta universidad en la promoción de las *spin-offs* y el elevado número de empresas que se han creado, aspectos que explican la necesidad de una mayor dotación de personal para llevar a cabo la estrategia de promoción de las *spin-offs*. Ésta es una tercera debilidad que presentan las estrategias andaluzas en comparación con la que se lleva a cabo en la Universidad de Twente.
 - o La valoración de la dotación de recursos organizativos es similar en ambos casos y responde al modelo de selección baja, en el que es habitual que los organismos que llevan a cabo la estrategia de incubación presenten un grado medio de

independencia frente a la universidad en cuanto a objetivos, financiación y actuaciones.

- La dotación de recursos físicos (incubadoras y espacios para localizar empresas) es superior en la Universidad de Twente. Ello se debe a que esta universidad cuenta con un parque tecnológico en el que se pueden localizar las empresas surgidas de la universidad. Este aspecto se puede considerar como otra debilidad de la estrategia de las universidades andaluzas frente a Twente, ya que aunque algunas disponen de un parque tecnológico, en ocasiones no se encuentra situado tan cerca de la universidad ni se establecen relaciones tan estrechas como en el caso de Twente.
- La financiación de los organismos que llevan a cabo la estrategia de incubación en Twente es diferente a la que se observa en el caso andaluz, ya que en ella participan fondos públicos y privados, aunque los más importantes son los públicos.
- La valoración del acceso a redes es similar en ambos casos.
- Por último, en las universidades andaluzas, por lo general, los objetivos que pretenden conseguir con la promoción de las *spin-offs* no se encuentran definidos, lo que no ocurre en Twente, donde coinciden con los del modelo de selección baja (fomentar el empleo y el autoempleo en el territorio). Ésta es la quinta debilidad que se puede observar en la estrategia de las universidades andaluzas en comparación con la de Twente, ya que la definición de objetivos es un aspecto clave para la consecución de los mismos.

De la comparación de la estrategia de incubación que llevan a cabo las universidades andaluzas con la que se desarrolla en Twente se pueden destacar algunas debilidades que presentan las estrategias que llevan a cabo las universidades andaluzas frente a la de la Universidad de Twente. Éstas son principalmente cinco:

- la menor experiencia en creación de empresas;
- la cultura empresarial menos desarrollada;
- la menor disponibilidad de recursos humanos;
- la menor disponibilidad de recursos físicos;

- la menor participación de los fondos privados respecto a los públicos en la financiación de las *spin-offs*.
- la indefinición de los objetivos que se pretenden conseguir con la creación de *spin-offs* en la universidad.

De ello se desprende que tres problemas importantes de las universidades andaluzas son la cultura empresarial, la indefinición de objetivos y la disponibilidad de recursos físicos, ya que la experiencia en creación de empresas es cuestión de tiempo y los recursos humanos están estrechamente correlacionados con el número de empresas creadas, como vimos. En cambio, la cultura empresarial, la indefinición de objetivos y la dotación de recursos físicos requieren una implicación mayor por parte de las universidades y administraciones públicas.

7. **CONCLUSIONES**

Este trabajo, dedicado al estudio de las oportunidades tecnológicas que surgen en la universidad y a su explotación a través de la creación de *spin-offs* universitarias, se ha centrado en el presente capítulo en el análisis de las estrategias de incubación de este tipo de empresas que llevan a cabo las universidades andaluzas. Un breve recorrido por los distintos capítulos que integran el trabajo permite valorar el interés y lo oportuno de este análisis empírico.

Como se vio en los primeros capítulos, las oportunidades tecnológicas tienen su origen en la evolución del conocimiento científico y tecnológico y tienden a concentrarse temporal, sectorial y geográficamente. La concentración temporal se explica porque el conocimiento científico y tecnológico evoluciona a través de una sucesión de paradigmas, de modo que el nivel de conocimiento no es el mismo en todos los momentos del tiempo y, en consecuencia, tampoco lo es el nivel de oportunidades que se derivan de él. La concentración sectorial, por su parte, se explica porque las oportunidades surgen principalmente en sectores de actividad en los que se aplica el nuevo conocimiento científico y tecnológico, pudiéndose difundir posteriormente a otros sectores. En cambio, la concentración geográfica se debe a que su difusión se realiza a través de *spillovers* de conocimiento, cuya efectividad depende de la cercanía entre el agente trasmisor y receptor.

En todos esos procesos, las universidades y centros de investigación juegan un papel fundamental, en tanto que es en ellos donde tiene su origen el conocimiento científico y tecnológico que da lugar a las oportunidades tecnológicas. Desde esa perspectiva, las autoridades políticas y universitarias han mostrado en los últimos

años un interés creciente en fomentar la transferencia de los resultados de la investigación universitaria hacia la industria. El objetivo que persiguen es difundir las oportunidades tecnológicas que surgen en la universidad y favorecer la introducción de innovaciones en el sistema productivo y la creación de empresas. Para conseguirlo utilizan distintos mecanismos de transferencia tecnológica. Uno de ellos es la creación de *spin-offs* universitarias por parte de investigadores o alumnos de la universidad con el objetivo de explotar las oportunidades tecnológicas que surgen en ésta. Los defensores de esta estrategia señalan que la creación de *spin-offs* genera más beneficios para el territorio en el que se asientan las empresas que otros mecanismos de transferencia. Consideran que es una forma de que las empresas introduzcan innovaciones en el sistema productivo que pueden difundirse a otras ramas de actividad, generando empleo y riqueza en el territorio.

A lo largo de este trabajo se han identificado varios factores que pueden influir sobre la creación de *spin-offs* en las universidades. Entre ellos ha centrado nuestra atención la estrategia de incubación que desarrolla la universidad. Siguiendo a Clarysse et ál. (2005) se han identificado tres modelos de estrategia –selección baja, apoyo e incubadora– y dos situaciones en las que el modelo de incubación no funciona bien –modelo deficiente en recursos y modelo deficiente competencias– que dan lugar a diferencias en el número de empresas creadas y en las características de éstas. Desde ese enfoque, el análisis empírico de este trabajo se ha centrado en el estudio de las estrategias de incubación implantadas en las universidades andaluzas. Del análisis realizado se extraen las conclusiones que se exponen a continuación.

1. El modelo de incubación de spin-offs de selección baja es el predominante en las universidades andaluzas.

Las universidades andaluzas han comenzado a promocionar la creación de *spin-offs* recientemente. A pesar de ello, en los últimos años se ha creado un importante número de este tipo de empresas, todas las universidades públicas andaluzas han desarrollado estrategias de incubación de *spin-offs*.

Al analizar los rasgos de las estrategias de incubación desarrolladas por las universidades públicas andaluzas se observa:

- En todas las universidades predominan las características del modelo de incubación de selección baja.
- Apenas se observan rasgos del modelo de incubadora en el conjunto de estrategias de promoción de las universidades andaluzas.

- Con frecuencia la estrategia de incubación muestra rasgos o características que no se corresponden con los que cabría esperar a tenor del modelo predominante en algunas universidades. Éstos son más claros en las universidades de Córdoba, Granada y Málaga, que son las que presentan más rasgos de dos o tres modelos distintos. Ello podría deberse a que desarrollan varias estrategias de forma simultánea. Sin embargo, dada la escasez de recursos disponibles y otras deficiencias que se han puesto de manifiesto, parece más probable que en la mayor parte de los casos se encuentre relacionado con la falta de un modelo claro de estrategia de incubación.

2. Deficiente dotación de recursos

La dotación de recursos de las estrategias de incubación es insuficiente. Salvo en el caso de la Universidad de Málaga, todas las estrategias adolecen de escasez de recursos, siendo más grave en las universidades de Huelva, Jaén y Pablo de Olavide. La escasez es especialmente notable cuando se trata de recursos físicos, cuya limitada dotación constituye, de acuerdo con el análisis realizado, una de las principales debilidades de las estrategias de incubación que llevan a cabo las universidades andaluzas.

El análisis diferenciado por tipos de recursos muestra importantes diferencias entre las universidades andaluzas:

- Recursos humanos: El análisis de los diferentes aspectos de la dotación de recursos humanos de las OTRIs andaluzas muestra que ninguna de las universidades andaluzas se asemeja a los modelos de apoyo o incubadora, ya que los trabajos analizados indican que en estos modelos la dotación de recursos humanos es mayor que la que se observa en las OTRIs de Andalucía y presenta un mayor grado de especialización. La Universidad de Málaga puede presentar rasgos del modelo de selección baja, como el número de trabajadores y el grado de especialización del equipo dedicado a la promoción de las *spin-offs*, que en este caso está formado únicamente por una persona. Las OTRIs de Granada y Sevilla se acercan al modelo de selección baja, aunque el número de trabajadores del que disponen es menor al que se suele presentar en este modelo. En el resto de universidades no se identifican en este caso rasgos de ninguno de los modelos, ya que la dotación de recursos humanos de sus OTRIs es excesivamente reducida.
- Recursos organizativos: Los resultados obtenidos indican que la OTRI de la universidad de Sevilla es la que presenta en mayor medida rasgos de modelo

de apoyo atendiendo al grado de independencia organizativa. En el caso opuesto se encuentra la OTRI de Huelva, cuya escasa independencia la aproxima más al modelo de incubadora en este aspecto. En una situación intermedia se encuentran el resto de universidades andaluzas, que presentan rasgos del modelo de selección baja.

- Recursos tecnológicos: Los datos analizados muestran que sólo tres OTRIs andaluzas –Granada, Málaga y Córdoba– disponen de recursos tecnológicos. No obstante, en Córdoba la dotación es escasa y no cuentan con laboratorios propios y la OTRI de Málaga no cuenta con instalaciones propias para desarrollar tecnología. Se observa además que, según se ha visto anteriormente, estas tres universidades destacan sobre las demás por la importancia que conceden a la tecnología en los proyectos de empresas seleccionados. En ellas, el porcentaje de empresas con base tecnológica es mayor que en el resto de universidades andaluzas y tanto Málaga como Granada han comprado licencias de patente para completar la tecnología de las empresas creadas. El objetivo de promocionar empresas de alto contenido tecnológico concuerda por tanto con la dotación de tecnología mayor a la del resto de OTRIs andaluzas. Por tanto, las universidades de Málaga y Granada y, en menor medida, Córdoba, son las que más se aproximan en este aspecto al modelo de apoyo, ya que fomentan la creación de empresas con alto contenido tecnológico. En cambio, el resto de universidades presenta rasgos del modelo de selección baja, en el que la tecnología de las *spin-offs* no es tan importante. Ninguna universidad muestra rasgos propios del modelo de incubadora en el aspecto aquí analizado.
- Recursos físicos: De acuerdo con los resultados obtenidos podemos diferenciar dos grupos de universidades. El primero, que agrupa la mayor parte de las universidades andaluzas, estaría formado por aquéllas que no disponen de incubadora y cuyo espacio para localizar empresas es muy limitado o inexistente. Es el caso de las universidades de Granada, Jaén, Córdoba, Pablo de Olavide, Huelva y Cádiz. El segundo grupo, en el que se encuentran las universidades de Almería, Málaga y Sevilla, integra a aquellas universidades que disponen de incubadora y espacio para localizar empresas. Estas son, además, algunas de las universidades en las que se ha creado un mayor número de *spin-offs*, por lo que se puede identificar la existencia de una relación positiva entre la disponibilidad de espacio e incubadora y el número de empresas creadas. La OTRI de la Universidad de Málaga presenta la mayor

dotación de recursos en Andalucía, lo que la aproxima en mayor medida que las restantes al modelo de apoyo o incluso de incubadora. En una situación intermedia se encuentran Sevilla y Almería, con una dotación relativa de incubadoras y espacios para localizar empresas, por lo que quizás muestren rasgos más claros del modelo de apoyo. El resto de universidades andaluzas no cuentan con estos recursos o únicamente disponen de limitados espacios para desarrollar empresas, lo que puede tomarse como un rasgo propio del modelo de baja selección.

- Recursos financieros: El análisis realizado muestra que la mayor parte de la financiación de las OTRIs andaluzas procede de fondos públicos, aunque existen importantes diferencias entre ellas. Sevilla y Málaga forman un primer grupo identificable de universidades, ya que sus OTRIs disponen de financiación privada, aunque su importancia es escasa respecto a los fondos públicos. En un segundo grupo se encuentran las OTRIs de Almería, Huelva y Cádiz, que se financian a través de fondos de la Junta de Andalucía y del gobierno central. En el tercer grupo se encuentran Granada, Jaén, Córdoba y Pablo de Olavide que, además de estos, reciben fondos de sus universidades. De acuerdo con estos resultados, podríamos señalar que todas las universidades andaluzas, salvo Sevilla y Málaga, muestran en este aspecto rasgos claros del modelo de selección baja, ya que se financian en exclusiva con fondos públicos. Las otras dos se aproximan más al modelo de apoyo o de incubadora, sin que los datos nos permitan profundizar más en ello.
- Acceso a redes: Del análisis realizado se puede extraer que las universidades de Málaga y Almería se aproximan en mayor medida al modelo de apoyo, ya que se puede considerar que sus OTRIs disponen de redes de cooperación con el entorno empresarial. No se puede decir nada de Cádiz, Córdoba, Huelva, Jaén y Pablo de Olavide porque, aunque establecen acuerdos de colaboración con empresas, no son tan importantes como los de las universidades anteriores y tampoco se pueden comparar con los que mantienen con entidades públicas. En cambio, las OTRIs de Granada y Sevilla presentan, en este caso, rasgos del modelo de selección baja, ya que los acuerdos que desarrollan con las empresas privadas son escasos y esporádicos.

3. Indefinición de los objetivos de la estrategia

Salvo la Universidad de Málaga, ninguna otra ha definido los objetivos que pretende conseguir con la creación de *spin-offs*. En ella, aunque la creación de puestos de trabajo y las posibilidades de autoempleo son tenidas en cuenta al promover la creación de empresas, sus objetivos más importantes son comercializar tecnología y crear empresas que tenga un rápido crecimiento. El resto de universidades no parecen haber definido de forma clara los objetivos que pretenden conseguir con la creación de *spin-offs* universitarias. Este rasgo es, como se ha puesto de manifiesto en el análisis teórico, propio de las universidades cuya estrategia presenta deficiencia de recursos y resulta fundamental para diseñar la estrategia a seguir.

4. El análisis realizado ha permitido identificar tres grupos de universidades con características comunes.

Pese a que en todas las universidades andaluzas predominan los rasgos de la estrategia de incubación denominada de selección baja, como ya se ha dicho, también se han identificado notables diferencias entre ellas. Con frecuencia esas diferencias están relacionadas con la presencia de rasgos en la estrategia de incubación que no son característicos del modelo de selección baja. También se observan diferencias significativas en el número de empresas creadas y en la dotación de recursos para el desarrollo de la estrategia. En base a ello, se han identificado tres grupos entre las estrategias de incubación andaluzas. Esta clasificación ha sido confirmada posteriormente mediante un análisis cluster:

- Grupo 1. En este grupo se encuentra la Universidad de Málaga. La estrategia de incubación que lleva a cabo esta universidad se diferencia con claridad de las restantes en los siguientes aspectos:
 - o El valor que toma la ratio *spin-offs/ investigadores* es el más elevado de todas las universidades andaluzas e indica que la estrategia no presenta deficiencia de recursos.
 - o La estrategia cuenta con una dotación de recursos mayor a la del resto de universidades andaluzas. Esta característica se hace más notable en el caso de la dotación de recursos humanos y físicos.
 - o A diferencia del resto de universidades analizadas, en la estrategia que lleva a cabo la Universidad de Málaga se han definido los objetivos que se pretenden conseguir con la creación de *spin-offs*.

Pese a ello, si se consideran todas las características que se han tratado al analizar la estrategia de incubación que desarrolla la Universidad de Málaga, se puede señalar, siguiendo a Clarysee et ál. (2005); que en ella predominan los rasgos del modelo de selección baja, aunque también presente numerosos rasgos del modelo de apoyo.

- Grupo 2. En este segundo grupo se encuentran las universidades de Almería, Cádiz, Córdoba, Granada y Sevilla. En ellas se observan las siguientes características comunes que las diferencian del resto de universidades analizadas:
 - o La ratio *spin-offs/investigadores* toma valores intermedios en comparación con el resto de universidades andaluzas.
 - o La dotación de recursos se puede considerar intermedia teniendo en cuenta todas las estrategias analizadas, aunque se pueden identificar importantes diferencias entre ellas.

A tenor de estas características, y de otras que se han puesto de manifiesto en el análisis realizado en páginas anteriores, se puede señalar que estas universidades están desarrollando una estrategia de incubación deficiente en recursos en la que predominan los rasgos del modelo de selección baja, de acuerdo con la clasificación de Clarysse et ál. (2005).

- Grupo 3. En este grupo se encuentran las universidades de Jaén, Huelva y Pablo de Olavide. Las características comunes que presentan son principalmente las siguientes:
 - o La ratio *spin-offs/ investigadores* toma valores más bajos que en el resto de universidades andaluzas.
 - o La dotación de recursos de la estrategia de incubación que llevan a cabo estas universidades es menor que la del resto de universidades analizadas. Ello se observa principalmente en la dotación de recursos humanos, tecnológicos y físicos.

Podemos señalar que en estas universidades se lleva a cabo una estrategia de incubación muy deficiente en recursos en la que predominan los rasgos del modelo de selección baja.

5. Bajo nivel de cultura empresarial

En relación al grado de seguimiento que tiene el paradigma empresarial entre los investigadores, se han identificado tres grupos de universidades:

1. En el primero se encuentra Huelva que, según las respuestas de los responsables de la OTRI, puede ser considerada como la universidad en la que los investigadores se encuentran más adaptados al nuevo paradigma.
2. Un segundo grupo es el formado por las universidades de Almería, Córdoba, Jaén, y Sevilla, en las que parece apreciarse un grado de participación medio.
3. Finalmente, las universidades de Granada, Málaga, Pablo de Olavide y Cádiz son las que muestran una menor asimilación del paradigma competitivo, lo que puede indicar que sus investigadores se encuentran menos adaptados al cambio de paradigma.

No obstante, estas observaciones parecen a veces contradictorias con el esfuerzo que llevan a cabo en creación de *spin-offs* algunas de universidades. Así, tanto Málaga como Granada destacan en número de empresas creadas, mientras que la valoración de cultura empresarial de sus investigadores, desde la perspectiva del paradigma empresarial, se encuentra entre las más bajas de Andalucía. Lo contrario ocurre en la Universidad de Huelva que, a pesar de destacar en este último aspecto, da lugar a un menor número de empresas que otras universidades de similares características. Una posible explicación para esta contradicción se basa en la subjetividad de las valoraciones de los responsables de las OTRIs pero, dada la importancia de este aspecto, sería necesario profundizar más en el análisis de estas aparentes contradicciones.

Por otro lado, cuando se valora la cultura empresarial atendiendo al reconocimiento que tienen, por parte de las autoridades universitarias, las actividades de transferencia de tecnología, los datos indican que las universidades de Granada y Cádiz no se han adaptado aún al nuevo paradigma, no habiéndose establecido mecanismos de reconocimiento para los investigadores implicados en actividades propias de dicho paradigma. En el caso de Granada, la ausencia de adaptación al nuevo paradigma se da tanto entre las autoridades como entre los investigadores. No obstante, de nuevo estos resultados no parecen corresponderse con el número de *spin-off* creadas en esta universidad, que es más alto que en otras universidades andaluzas que parecen estar mejor adaptadas al nuevo paradigma.

La cultura empresarial de la universidad tiene una importancia clave en el desarrollo de las estrategias de incubación que se identifican con el modelo de selección baja, ya que en este modelo la decisión de explotar los resultados de investigación mediante la creación de una empresa recae sobre el investigador. Por ello, la cultura empresarial de los investigadores influirá de forma determinante sobre la creación de *spin-offs* universitarias. En cambio, en los restantes modelos esta decisión puede ser tomada por la OTRI, lo que podría compensar en algunos casos las limitaciones que se puedan presentar en la cultura empresarial de los investigadores.

En línea con lo señalado anteriormente, las universidades de Almería, Cádiz y Pablo de Olavide son las que ocupan las posiciones más altas en lo que se refiere al uso de instrumentos para impulsar la cultura empresarial. Córdoba, Jaén, Huelva y Málaga ocupan las posiciones medias, y Granada y Sevilla se encuentran en último lugar. En algún caso parece existir una relación positiva entre el mayor uso de instrumentos de promoción de la cultura empresarial y la valoración que ésta recibe por parte de los responsables de las OTRIs y en el número de *spin-offs* creadas. Así ocurre en el caso Almería, que presenta valores elevados en la valoración de la cultura empresarial y en el uso de instrumentos para su fomento. En esta universidad, además, se crea a un mayor número de empresas que otras universidades del mismo tamaño. En otros casos, sin embargo, no se observa esta relación. Así, en Málaga el uso de instrumentos de promoción y el número de empresas creadas es más alto que en otras universidades andaluzas, pero la cultura empresarial está peor valorada que en las demás. Es este otro aspecto, que dada su importancia, requeriría una investigación más a fondo.

6. Se observan notables diferencias entre la estrategia de incubación que llevan a cabo las universidades andaluzas y la desarrollada por Universidad de Twente, que en la literatura sobre el tema se considera que es la que mejor representa el modelo de selección baja.

1. La organización de la estrategia de incubación es más compleja en el caso de Twente, donde la promoción de *spin-offs* es llevada a cabo por diferentes agentes y organismos, mientras que en las universidades andaluzas recae principalmente sobre las OTRIs.
2. Las universidades andaluzas tienen menor experiencia en incubación de *spin-offs*, tanto por haber comenzado a desarrollar estrategias de promoción recientemente como por el menor número de empresas creadas.

3. La valoración que hacen los encuestados de la cultura empresarial es superior en la Universidad de Twente. Como ya se ha señalado, este es un rasgo que se considera de gran importancia en el modelo de selección baja.
4. La ratio *spin-offs/investigadores* es más elevada en el caso de Twente que en la media de las universidades andaluzas. Es muy probable que este hecho no resulte ajeno a la mayor experiencia y cultura empresarial que existe en esa universidad.
5. La disponibilidad de recursos humanos y físicos es considerablemente mayor en la estrategia de incubación de Universidad de Twente que en la media de las universidades andaluzas.
6. La forma de financiación de las *spin-offs* es diferente en ambos casos. Mientras en Twente los fondos privados tienen más importancia que los públicos, en las universidades andaluzas por lo general ocurre lo contrario.
7. En ocho de las nueve universidades andaluzas analizadas los objetivos de la estrategia de incubación no se encuentran definidos. En cambio en Twente están perfectamente definidos y coinciden con los que la literatura sobre este tema asocia al modelo (fomentar el empleo y el autoempleo en el territorio).

A partir de lo señalado anteriormente se pueden realizar las siguientes recomendaciones generales para la política de promoción de las *spin-offs* universitarias en Andalucía:

1. Clarificar los objetivos que se pretenden conseguir con las estrategias de incubación de *spin-offs*. Salvo en el caso de Málaga, en ninguna de las universidades andaluzas se han identificado claramente los objetivos que se persiguen con la creación de *spin-offs* universitarias. Éstos deben ser definidos de acuerdo con las características de la universidad y del entorno, aunque deben responder, además, al modelo que predomina en la estrategia de la universidad, para evitar contradicciones con la dotación de recursos de la estrategia. Por tanto, los principales objetivos deben ser la creación de empleo en el territorio y el fomento del autoempleo entre investigadores y alumnos de la universidad. Sin embargo, algunas universidades analizadas pueden desarrollar un itinerario alternativo de promoción de la creación de empresas de acuerdo con el modelo de apoyo, complementario al ya establecido de selección baja. Es el caso de las universidades de Granada y Málaga, donde se podrían plantear, además de los objetivos mencionados, otro objetivo

adicional, la comercialización de los resultados de investigación. La principal ventaja que representa esta posibilidad se centra en que permitiría superar las limitaciones derivadas de una menor cultura empresarial con una mayor implicación de la OTRI en el proceso de identificación de oportunidades tecnológicas. Además, las estrategias de estas universidades ya cuentan con algunos de los elementos necesarios para ello, como la dotación de recursos tecnológicos, la implicación de la OTRI en las etapas posteriores del desarrollo de las empresas y la selección de los proyectos basada en criterios relacionados con la tecnología. Sin embargo, serían necesario llevar a cabo una mejora en la dotación de recursos financieros, organizativos, físicos y el acceso a redes para poder responder a las mayores necesidades que implica el desarrollo de una estrategia de apoyo.

2. Sería recomendable mejorar la dotación de recursos destinados a desarrollar las estrategias de incubación. Salvo en el caso de la Universidad de Málaga, todas las estrategias adolecen de escasez de recursos. La deficiencia es más grave en las universidades de Huelva, Jaén y Pablo de Olavide. En ellas los resultados obtenidos parecen indicar que la implantación de sus estrategias de incubación de *spin-offs* aún no ha concluido, posiblemente debido a la juventud de estas universidades y su limitada experiencia en la promoción de la creación de empresas (es una actividad que llevan a cabo desde 2004).

En el resto de universidades también es recomendable mejorar la dotación de recursos. En algunas de ellas la deficiencia se centra en algunos tipos de recursos. Así, sería recomendable para la Universidad de Almería mejorar su dotación de recursos tecnológicos y financieros, mientras que Cádiz y Sevilla podrían centrarse en los tecnológicos y físicos.

3. En tercer lugar, podemos señalar la necesidad de llevar a cabo políticas de promoción de la de la cultura empresarial entre los miembros de la comunidad universitaria. El desarrollo de la cultura empresarial puede favorecer la creación de *spin-offs* en las universidades andaluzas, especialmente si tenemos en cuenta que en las estrategias de incubación que éstas llevan a cabo predomina el modelo de selección baja, en el que la cultura empresarial ejerce una considerable influencia sobre la decisión de crear una *spin-off* universitaria.

La necesidad de estas políticas se hace patente principalmente en los casos de las universidades de Málaga y Granada, donde la valoración de la cultura empresarial es menor en comparación con el resto de universidades andaluzas. No obstante, esta

posible deficiencia también puede compensada, como se indicó anteriormente, mediante el establecimiento de un itinerario de incubación alternativo con las características del modelo de apoyo, en el que la mayor implicación de la OTRI en la decisión de crear una empresa compense la menor cultura empresarial de los investigadores de la universidad.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Aceytuno Pérez, María Teresa (2004): *Las oportunidades empresariales desde una perspectiva temporal: un análisis basado en los ciclos largos de la economía y la innovación*; Tesis de Licenciatura (no publicada), Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (1987): "Innovation, Market Structure and Firm Size"; *Review of Economics and Statistics*, 69, 567-74. En Casson, Mark (Ed.) (1990): *Entrepreneurship*, Edward Elgar Publishing, Londres.
- Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (1988): "Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis"; *The American Economic Review*, 78 (4), 678-690.
- Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (1989): "Births and Firm Size"; *Southern Economic Journal*, 56(2), 467.
- Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (1989): "Small Firm Entry in the US Manufacturing"; *Economica*, 56, 255-65. En Casson, Mark (Ed.) (1990): *Entrepreneurship*, Edward Elgar Publishing, Londres.
- Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (1991): "Innovation and Size at the Firm Level", *Southern Economic Journal*, 57(3), 739.
- Acs, Zoltan J.; Audretsch, David B. y Feldman, Maryann P. (1994): "R+D Spillovers and Innovative Activity", *Managerial and Decision Economics*, 15(2), 131.
- Acs, Zoltan y Audretsch, David B. (2003): "Innovation and Technological Change". En Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (eds.): *Handbook of Entrepreneurship Research. An Interdisciplinary Survey and Introduction*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Agrawal, Ajay y Henderson, Rebecca (2002): "Putting Patents into Context: Exploring Knowledge Transfer from MIT"; *Management Science*, 48(1), 44-60.
- Aldrich, Howard E. (1990): "Using an Ecological Perspective to Study Organizational Founding Rates"; *Entrepreneurship Theory and Practice*, primavera, 7-24.
- Aldrich, Howard E. y Martínez, Martha (2003): "Entrepreneurship as Social Construction: A Multi-level Evolutionary Approach". En Acs, Zoltan J. y

- Audretsch, David B. (eds.): *Handbook of Entrepreneurship Research. An Interdisciplinary Survey and Introduction*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Álvarez, Sharon A. y Barney, Jay B. (2007): "Discovery and Creation: Alternative Theories of Entrepreneurial Action", *Strategic Entrepreneurship Journal*, 1(1-2), 11-26.
- Anselin, Luc; Varga, Atila y Acs, Zoltan (1997): "Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations"; *Journal of Urban Economics*, 42, 422-448.
- Antonelli, Cristiano (2007): "The New Economics of the University: A Knowledge Governance Approach"; *Journal of Technology Transfer*, Online First, DOI: 10.1007/s10961-007-9064-9.
- Arrow, Kenneth J. (1962): "The Economic Implications of Learning by Doing", *The Review of Economic Studies*, 29(3), 155-173.
- Asheim, Bjorn T. e Isaksen, Arne (2002): "Regional Innovation Systems: The Integration of Local *Sticky* and Global *Ubiquitous* Knowledge"; *Journal of Technology Transfer*, 27, 77-86.
- Asheim, Bjorn T. y Gertler, Meric S. (2005): "The Geography of Innovation. National Systems of Innovation"; En Fagerberg, Jan; Mowery, David y Nelson, Richard R.: *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford y Nueva York.
- Audretsch, David B. (1995): "Innovation, Growth and Survival", *International Journal of Industrial Organization*, 13, 441-457.
- Audretsch, David B. y Feldman, Maryann P. (1996): "R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production", *The American Economic Review*, 86(3), 630-640.
- Audretsch, David B. y Lehman, Erik E. (2005): "Mansfield's Missing Link: The Impact of Knowledge Spillovers on Firm Growth"; *Journal of Technology Transfer*, 30, 1/2, 207-210.

- Audretsch, David B. y Lehman, Erik E. (2006): "Do Locational Spillovers Pay? Empirical Evidence from German IPO Data", *Economics of Innovation & New Technologies*, 15(1), 71-81.
- Audretsch, David B.; Bozeman, Barry; Combs, Kathryn L.; Feldman, Maryann P.; Link, Albert N.; Siegel, Donald S.; Stephan, Paula; Tassej, Gregory y Wessnet, Charles (2002): "The Economics of Science and Technology"; *Journal of Technology Transfer*, 27(2), 155-203.
- Audretsch, David B.; Keilbach, Max C. y Lehmann, Erik E. (2006): *Entrepreneurship and Economic Growth*; Oxford University Press, Oxford, Massachussets.
- Audretsch, David B.; Lehman, Erik E. y Warning, Susanne (2004): "University Spillovers: Does the Kind of Science Matter?", *Industry and Innovation*, 11(3), 193-205.
- AUTM (2001): *The AUTM Licensing Survey*; Association of University Technology Managers, Norwalk, Connecticut. Disponible online en: <http://www.autm.net/surveys/index.cfm>; (fecha de consulta: 12-02-08).
- Azagra Caro, Joaquín M. (2001): "Determinantes de las patentes universitarias: el caso de la Universidad Politécnica de Valencia"; *Working Paper*, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas S.A., Valencia.
- Bacchiocchi, Emanuele y Montobbio, Fabio (2007): "Knowledge Diffusion from University and Public Research. A Comparison between US, Japan and Europe Using Patent Citations", *Journal of Technology Transfer*, Online First, DOI: 10.1007/s10961-007-9070-y.
- Bandura, Albert (1982): "Self-efficacy Mechanism in Human Agency"; *The American Psychologist*, 37(2), 122-147.
- Bania, Neil; Eberts, Randall W. y Fogarty, Michael S. (1993): "Universities and the Start-up of New Companies: Can We Generalize from Route 128 and Silicon Valley?", *The Review of Economics and Statistics*, 75(4), 761-766.
- Bank of Boston (1997): *MIT: The Impact of Innovation*; Bank of Boston, Boston, Massachusetts. Disponible online en: <http://web.mit.edu/newsoffice/founders/>; (fecha de consulta: 12-02-08).

- Baumol, William J. (1993): "Formal Entrepreneurship Theory in Economics: Existence and Bounds"; *Journal of Business Venturing*, 8(3), 197- 212.
- Bercovitz, Janet y Feldman, Maryann P. (2006): "Entrepreneurial Universities and Technology Transfer: A Conceptual Framework for Understanding Knowledge-Based Economic Development", *Journal of Technology Transfer*, 31, 175-188.
- Bergek, Anna y Norrman, Charlotte (2008): "Incubator Best Practice: A Framework", *Technovation*, 28, 20-28.
- Bessette, Rusell W. (2003): "Measuring the Impact of University Based Research", *Journal of Technology Transfer*, 28(3-4), 355-361.
- Bhave, Mahesh P. (1994): "A Process Model of Entrepreneurial Venture Creation", *Journal of Business Venturing*, 9, 232-242.
- Blau, David M. (1987): "A Time Series Analysis of Self-Employment in the United States", *Journal of Political Economy*, 95, 445-67
- Blumenthal, David; Campbell, Eric G.; Causino, Nancyanne y Louis, Karen Seashore (1996): "Participation of Life Science Faculty in Research Relationships with Industry", *The New England Journal of Medicine*, 335(23), 1734-1740.
- Bottazzi, Laura y Peri, Giovanni (2003): "Innovation and Spillovers in Regions: Evidence from European Patent Data"; *European Economic Review*, 47, 687-710.
- Boyer, Robert (1988): "Technical Change and the Economy of Règulation". En Dosi, G. et ál. (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- Bozeman, Barry (2000): "Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory", *Research Policy*, 29, 627-655.
- Braczyk, Hans Joaquim; Cooke, Philip y Heidenreich, Martin (eds.) (1998): *Regional Innovation Systems: The Role of Governance in a Globalised World*, UCL, Londres y Pennsylvania.

- Bray, Michael J. y Lee, James N. (2000): "University Revenues from Technology Transfer: Licensing Fees vs. Equity Positions", *Journal of Business Venturing*, 15, 385-392.
- Breschi, Stefano; Malerba, Franco y Orsenigo, Luigi (2000): "Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation", *The Economic Journal*, 110, 388-410.
- Breschi, Stephano (2000): "The Geography of Innovation: A Cross-sector Analysis", *Regional Studies*, 34(3), 213-229.
- Breznitz, Shiri M.; O'Shea, Rory P. y Allen, Thomas J. (2008): "University Commercialization Strategies in the Development of Regional Bioclusters", *Journal of Product Innovation Management*, 25, 129-142.
- Buenstorf, Guido (2007): "Creation and Pursuit of Entrepreneurial Opportunities: An Evolutionary Economics Perspective", *Small Business Economics*, 28, 323-337.
- Busenitz, Lowell W.; West, G. Page; Sheperd, Dean; Nelson, Teresa; Chandler, Gaylen N. y Zacharakis, Andrew (2003): "Entrepreneurship Research in Emergence: Past Trends and Future Directions", *Journal of Management*, 29(3), 285-308.
- Bush, Vannevar (1945): *Science-The Endless Frontier*, US Government Print Office, Washington.
- Cáceres, F. Rafael (2000): *El empresario en el pensamiento económico. Una delimitación de la función empresarial*; Cuadernos de Derecho y Economía, UNED, Sevilla.
- Cáceres, F. Rafael (2002): *Entorno económico y espíritu empresarial*; Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Cáceres, F. Rafael (2005): *Oportunidades para crear empresas*; Expandora Sur, Sevilla.
- Cantwell, John y Fai, Felicia. (1999): "Firm as the Source of Innovation and Growth: The Evolution of Technological Competence", *Journal of Evolutionary Economics*, 9, 331-366.

- Cantwell, John y Glac, Katherina (2004): "La estrategia tecnológica de las empresas multinacionales y el desarrollo de las capacidades tecnológicas locales", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 20, 83-102.
- Carayannis, Elias G.; Rogers, Everett M.; Kurihara, Kazuo y Allbritton, Marcel M. (1998): "High Technology Spin-offs from Government R&D Laboratories and Research Universities", *Technovation*, 18(1), 1-11.
- Carlsson, Bo (ed.) (1995): *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*, Kluwer, Dordrecht.
- Carlsson, Bo y Fridh, Ann-Charlotte (2002): "Technology Transfer in United States Universities. A Survey and Statistical Analysis", *Journal of Evolutionary Economics*, 12, 199-232.
- Casson, Mark (Ed.) (1990): *Entrepreneurship*, Edward Elgar Publishing, Londres.
- Casson, Mark y Wadeson, Nigel (2007): "The Discovery of Opportunities: Extending the Economic Theory of the Entrepreneur", *Small Business Economics*, 28, 285-300.
- Casson, Mark (1982): *The Entrepreneur. An Economic Theory*, Gregg Revivals, Hampshire.
- Castellacci, Fulvio (2007): "Innovation and the Competitiveness of Industries: Comparing the Mainstream and the Evolutionary Approaches"; *Technological Forecasting & Social Change*, DOI: 10.1016/j.techfore.2007.09.002.
- Chiesa, Vittorio y Piccaluga, Andrea (2000): "Exploitation and Diffusion of Public Research: The Case of Academic Spin-off Companies in Italy", *R&D Management*, 30(4), 329-339.
- Chrisman, James J.; Hynes, Timothy y Fraser, Shelby (1995): "Faculty Entrepreneurship and Economic Development: The Case of the University of Calgary", *Journal of Business Venturing*, 10, 267-281.
- Christensen, Clayton M. y Rosenbloom, Richard S. (1995): "Explaining the Attacker's Advantage: Technological Paradigms, Organizational Dynamics, and the Value Network", *Research Policy*, 24, 233-257.

- CICYT, Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (2007a): *Estrategia nacional de ciencia y tecnología*, FECYT, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Madrid.
- CICYT, Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (2007b): *Plan nacional de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica 2008-2011*, FECYT, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Madrid.
- Clarysse, Bart y Moray, Nathalie (2004): "A Process Study of Entrepreneurial Team Formation: The Case of a Research-based Spin-off", *Journal of Business Venturing*, 19, 55-79.
- Clarysse, Bart; Wright, Mike; Lockett, Andy; Van de Velde, Els y Vohora, Ajay (2005): "Spinning-out New Ventures: A Typology of Incubation Strategies from European Research Institutions", *Journal of Business Venturing*, 20, 183-216.
- Clarysse, Bart; Wright, Mike; Lockett, Andy; Mustar, Phillippe y Knockaert, Mirjam (2007): "Academic Spin-offs, Formal Technology Transfer and Capital Raising", *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 609-640.
- Coduras, Alicia; Martínez, Salustiano; Rojas, Álvaro; Urbano, David (2007): "The Relationship between University Support to Entrepreneurship with Entrepreneurial Activity in Spain. A GEM Data Based Analysis", ponencia presentada a la 63rd International Atlantic Conference, Madrid, marzo de 2007.
- Cohen, Wesley M. (1995): "Empirical Studies of Innovative Activity". En Stoneman, Paul (1995): *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, Blackwell Handbooks in Economics, Oxford.
- Cohen, Wesley M. y Levin, Richard C. (1989): "Empirical Studies of Innovation and Market Structure". En Smalensee R. y R. Willig (eds.) (1989): *Handbook of Industrial Organization*, vol.2, Elsevier Science Publishers, Ámsterdam.
- Cohen, Wesley M. y Levinthal, Daniel A. (1990): "Absorptive Capacity. A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.

- Cohen, Wesley M.; Nelson, Richard R., y Walsh, John P. (2002): "Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D", *Management Science*, 48(1), 1-23.
- Colyvas, Jeannette; Crow, Michael; Gelijns, Annetine; Mazzoleni, Roberto; Nelson, Richard R.; Rosenberg, Nathan; Sampat, Bhaven N. (2002): "How Do University Inventions Get into Practice?", *Management Science*, 48(1), 61-72.
- Collins, Orvis F. y Moore, David G. (1964): *The Enterprising Man*, East Lansing, Michigan State University.
- Comisión Europea (1995): *Green Paper on Innovation*; Comisión Europea, Bruselas. Disponible online en (fecha de consulta, 9-abril-08):
http://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com95_688_en.pdf
- Comisión Europea (2003): *The Role of Universities in the Europe of Knowledge*; Comisión Europea, Bruselas. Disponible online en (fecha de consulta, 9-abril-08):
<http://europa.eu/scadplus/leg/en/cha/c11067.htm>
- Comisión Europea (2004a): *Improving Institutions for the Transfer of Technology from Science to Enterprise. Technology Transfer in Europe. An Overview*, Comisión Europea, Dirección General de Empresa.
- Comisión Europea (2004b): *Improving Institutions for the Transfer of Technology from Science to Enterprise. Expert Group Report*, Comisión Europea, Dirección General de Empresa, Bruselas.
- Comisión Europea (2006): *European Innovation Progress Report 2006*, Comisión Europea, DG Empresa e Industria, Bruselas. Disponible online en (fecha de consulta, 9-abril-08):
<http://www.proinno-europe.eu/docs/Reports/Documents/EIPR2006-final.pdf>
- Comisión Europea (2007a): *The European Research Area: New Perspectives. Green Paper*, Comisión Europea, Bruselas. Disponible online en (fecha de consulta, 9-abril-08): http://ec.europa.eu/research/era/consultation-era_en.html
- Comisión Europea (2007b): *El 7PM en breve*, Comisión Europea, Bruselas. Disponible online en (fecha de consulta, 9-abril-08):

http://ec.europa.eu/research/fp7/understanding/fp7inbrief/what-is_es.html

Comisión Europea (2007c): *European Innovation Scoreboard 2007*, Comisión Europea, Programa Pro Inno Europe, Bruselas. Disponible online en (fecha de consulta, 9-abril-08):http://www.proinno-europe.eu/admin/uploaded_documents/European_Innovation_Scoreboard_2007.pdf

Comisión Europea (2008a): *Research Inventory Report*, Comisión Europea, Programa Erawatch, Bruselas.

Comisión Europea (2008b): *Erawatch Research Inventory Report for Spain*, Comisión Europea, Programa Erawatch, Bruselas.

Company's, Yosem E. y McMullen, Jeffery S. (2007): "Strategic Entrepreneurs at Work: The Nature, Discovery and Exploitation of Entrepreneurial Opportunities", *Small Business Economics*, 28, 301-322.

Cooke, Philip (2001): "Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy", *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 945-974.

Cooke, Philip; Gómez Uranga, Mikel y Etxebarria, Goio (1997): "Regional Systems of Innovation: Institutional and Organisational Dimensions", *Research Policy*, 26, 475-491.

Coombs, Rod (1988): "Technological Opportunities and Industrial Organization"; En Dosi, G. et ál. (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.

Cooper, Arnold (2003): "Entrepreneurship: the Past, the Present, the Future". En Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (eds.): *Handbook of Entrepreneurship Research. An Interdisciplinary Survey and Introduction*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Corral, Benjamin y Weinstein, Olivier (2004): "National Institutional Frameworks, Institutional Complementarities and Sectoral Systems of Innovation". En Malerba, Franco (ed.) (2004): *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*, Cambridge University Press, Cambridge.

- Corrocher, Nicoletta; Malerba, Franco y Montobbio, Fabio (2003): "The Emergence of New Technologies in the ICT Field: Main Actors, Geographical Distribution and Knowledge Sources", WP 2003/37, Università Dell'Insubria, Facoltà di Economia.
- Cotec (2007): *Informe Cotec 2007: Tecnología e innovación en España*, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid. Disponible online (fecha de consulta, 9-04-08) en: <http://www.cotec.es>
- Dahlstrand, Asa Lindholm (2007): "Technology-based Entrepreneurship and Regional Development: The Case of Sweden", *European Business Review*, 19(5), 373-386.
- Dasgupta, Partha y David, Paul A. (1994): "Toward a New Economic of Science", *Research Policy*, 23, 487-521.
- Dasgupta, Partha y Stiglitz, Joseph (1980): "Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity", *The Economic Journal*, 90, 266-293.
- Davenport, Sally; Carr, Adrian y Bibby, Dave (2002): "Leveraging Talent: Spin-off Strategy at Industrial Research", *R&D Management*, 32(3), 241-254.
- De Bruijn, Theo y Norberg-Bohm, Vicki (eds.) (2005): *Industrial Transformation: Environmental Policy Innovation in the United States and Europe*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- De Coster, Rebecca y Butler, Clive (2005): "Assessment of Proposals for New Technology Ventures in the UK: Characteristics of University Spin-off Companies", *Technovation*, 25, 535-543.
- Debackere, Koenraad (2000): "Managing Academic R&D Business at K.U. Leuven: Context, Structure and Process", *R&D Management*, 30(4), 323-328.
- Degroof, Jean-Jacques y Roberts, Edward B. (2004): "Overcoming Weak Entrepreneurial Infrastructure for Academic Spin-off Ventures", *Journal of Technology Transfer*, 29, 327-352.
- Di Gregorio, Dante y Shane, Scott (2003): "Why do Some Universities Generate More Start-ups than Others?", *Research Policy*, 32, 209-227.

- Djokovic, Djordje y Souitaris, Vangelis (2007): "Spinouts from Academic Institutions: A Literature Review with Suggestions for Further Research", *Journal of Technology Transfer* (online), DOI 10.1007/s10961-006-9000-4.
- Dosi, Giovanni (1988): "Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation", *Journal of Economic Literature*, 26(3), 1120-1171.
- Dosi, Giovanni y Orsenigo, Luigi (1988): "Coordination and Transformation. A Survey over Structures, Behaviours and Changes in Evolutive Environments". En Dosi, G. et ál. (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- Dosi, Giovanni y Soete, Luc (1988): "Technological Change and International Trade"; En Dosi, G. et ál. (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- Dosi, Giovanni; Llerena, Patrick y Sylos Labini, Mauro (2005): "Science-Technology-Industry Links and the European Paradox; Some Notes on the Dynamics of Scientific and Technological Research in Europe", *LEM Working Papers Series*, 2005/02.
- Doutriaux, Jérôme (1987): "Growth Pattern of Academic Entrepreneurial Firms", *Journal of Business Venturing*, 2, 285-297.
- Drucker, Peter F. (1985): *Innovation and Entrepreneurship. Practice and Principles*, Harper and Row, Nueva York.
- Drucker, Peter F. (1990): "The Discipline of Innovation"; *Harvard Business Review*, 63(3), 67-73.
- Drucker, Peter F. (1993): *La sociedad poscapitalista*, Ediciones Apóstrofe, Barcelona.
- Druilhe, Céline y Garnsey, Elizabeth (2004): "Do Academic Spin-outs Differ and Does It Matter?", *Journal of Technology Transfer*, 29(3-4), 269-285.
- Edquist, Charles (2005): "Systems of Innovation. Perspectives and Challenges. En Fagerberg, Jan; Mowery, David y Nelson, Richard R.: *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford y Nueva York.

- Ensley, Michael D. y Hmieleski, Keith M. (2005): "A Comparative Study of New Venture Top Management Team Composition, Dynamics and Performance between University-based and Independent Start-up", *Research Policy*, 34, 1091-1105.
- Etzkowitz, Henry (1998): "The Norms of Entrepreneurial Science: Cognitive Effects of the New University-Industry Linkages", *Research Policy*, 27, 823-833.
- Etzkowitz, Henry (2003): "Research Groups as Quasi-firms: The Invention of the Entrepreneurial University", *Research Policy*, 32, 109-121.
- Etzkowitz, Henry y Leydesdorff, Loet (2000): "The Dynamics of Innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations", *Research Policy*, 29, 109-123.
- Etzkowitz, Henry; Webster, Andrew; Gebhardt, Christiane y Cantisano Terra, Branca R. (2000): "The Future of the University and the University of the Future: Evolution of the Ivory Tower to Entrepreneurial Paradigm", *Research Policy*, 29, 313-330.
- Eurostat (2007): *Science, Technology and Innovation in Europe*; Eurostat Pocketbooks, Comisión Europea, Bruselas. Disponible online (fecha de consulta, 9-abril-08) en:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-AE-07-001/EN/KS-AE-07-001-EN.PDF
- Evans, David S. y Leighton, Linda S. (1989): "Some Empirical Aspects of Entrepreneurship", *American Economic Review*, 79(3), 519-35. En Casson, Mark (Ed.) (1990): *Entrepreneurship*, Edward Elgar Publishing, Londres.
- Fabrizio, Kira R. (2007): "University Patenting and the Pace of Industrial Innovation", *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 505-534.
- Fagerberg, Jan (2003): "Schumpeter and the Revival of Evolutionary Economics: An Appraisal of the Literature", *Journal of Evolutionary Economics*, 13, 125-159.
- Feldman, Maryann P. (1999): "The New Economics of Innovation, Spillovers and Agglomeration: A Review of Empirical Studies", *Economics of Innovation and New Technology*, 8, 5-25.

- Feldman, Maryann P. y Desrochers, Pierre (2003): "Research Universities and Local Economic Development: Lessons from the History of the Johns Hopkins University", *Industry and Innovation*, 10(1), 5-24.
- Feldman, Maryann P. y Desrochers, Pierre (2004): "Truth for Its Own Sake: Academic Culture and Technology Transfer at Johns Hopkins University", *Minerva*, 42, 105-126.
- Feldman, Maryann P. y Francis, Johanna L. (2003): "Fortune Favours the Prepared region: The Case of Entrepreneurship and the Capitol Region Biotechnology Cluster", *European Planning Studies*, 11(7), 765-788.
- Feldman, Maryann P.; Feller, Irwin; Bercowitz, Janet y Burton, Richard (2002): "Equity and the Technology Transfer Strategies of American Research Universities", *Management Science*, 48(1), 90-104.
- Ferrary, Michel (2007): "Strategic Spin-offs: A New Incentive Contract for Managing R&D Researchers", *Journal of Technology Transfer*, Online First, DOI: 10.1007/s10961-007-9055-x.
- Florida, Richard R. y Kenney, Martin (1988): "Venture Capital-Financed Innovation and Technological Change in the USA", *Research Policy*, 17, 119-137.
- Fonfría Mesa, A. y Granda Gayo, I. (1999): "Innovación y tecnología. Una contrastación empírica de los regímenes tecnológicos schumpeterianos", *Revista ICE: Cambio tecnológico y competitividad*, 781, 27-43.
- Fontela, Emilio (2004): "Cambio tecnológico en el siglo XXI"; *Revista Valenciana d'Estudis Autònoms*, 45/46, 112-125.
- Fontes, Margarida (2005): "The Process of Transformation of Scientific and Technological Knowledge into Economic Value Conducted by Biotechnology Spin-offs", *Technovation*, 25, 339-347.
- Freeman, Christopher (1982): *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter Publishers, Londres.
- Freeman, Christopher (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter, Londres.

- Freeman, Christopher (1988): "Introduction"; En Dosi, G. et ál. (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- Freeman, Christopher; Clark, John y Soete, Luc (1981): "Long Waves, Inventions and Innovations", *Futures* 13, 308-322.
- Freeman, Christopher y Pérez, Carlota (1988): "Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour". En Dosi, G. et ál. (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- Freeman, Christopher; Clark, John y Soete, Luc (1985): *Desempleo e innovación tecnológica*, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid.
- Gartner, William B. (1985): "A Conceptual Framework for Describing the Phenomenon of New Venture Creation", *The Academy of Management Review*, 10(4), 696-706.
- Geroski, Paul A. (1995): "Markets for Technology: Knowledge, Innovation and Appropriability". En Stoneman, Paul (1995): *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*; Blackwell Handbooks in Economics, Oxford.
- Geroski, Paul A. (1995): "What Do we Know about Entry?", *International Journal of Industrial Organization*, 13, 421-440.
- Gibb Dyers, W. (1994): "Toward a Theory of Entrepreneurial Careers", *Entrepreneurship Theory and Practice*, 19(2), 7-21.
- Gibbons, Michael; Limoges, Camille; Nowotny, Helga; Schwartzman, Simon; Scott, Peter y Trow, Martin (1994): *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Editorial Sage, Londres.
- Gifford, Sharon (2003): "Risk and Uncertainty". En Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (eds.): *Handbook of Entrepreneurship Research. An Interdisciplinary Survey and Introduction*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Gilbert, Brett Anitra; McDougall, Patricia P. y Audretsch, David B. (2008): "Clusters, Knowledge Spillovers and New Venture Performance: An Empirical Examination", *Journal of Business Venturing*, 23, 405-422.

- Goldfarb, Brent y Henrekson, Magnus (2003): "Bottom-up versus Top-down Policies towards the Commercialization of University Intellectual Property", *Research Policy*, 32, 639-658.
- Gulbrandsen, M. y Etzkowitz, H. (1999): "Convergence between Europe and America: The Transition from Industrial to Innovation Policy", *Journal of Technology Transfer*, 24, 223-233.
- Gunasekara, Chrys (2006): "Reframing the Role of Universities in the Development of Regional Innovation Systems", *Journal of Technology Transfer*, 31, 101-113.
- Guzmán, Joaquín y Santos, Francisco Javier (1999): "Hacia un modelo explicativo del empresario de calidad", *Economía Industrial*, 325, 133-150.
- Guzmán, Joaquín y Cáceres, Rafael (2001): "Un Modelo Explicativo de la emergencia de empresarios", *Economía Industrial*, 340, 151-162.
- Hannan, Michael T. y Freeman, John (1977): "The Population Ecology of Organizations", *The American Journal of Sociology*, 82(5), 929-964.
- Harmon, Brian; Ardishvili, Alexander; Cardozo, Richard; Elder, Tait; Leuthold, John; Parshall, John; Raghian, Michael y Smith; Donald (1997): "Mapping the University Technology Transfer", *Journal of Business Venturing*, 12, 423-434.
- Hayek, Friedrich A. (1945): "The Use of Knowledge in Society"; *The American Economic Review*, 4(35). En Shane, S. (2002): *The Foundations of Entrepreneurship*, Edward Elgar Publishing, Londres.
- Henderson, Rebecca (1993): "Underinvestment and Incompetence as Responses to Radical Innovation: Evidence from the Photolithographic Alignment Equipment Industry", *The Rand Journal of Economics*, 24(2), 248-270.
- Henderson, Rebecca; Jaffe, Adam B., y Trajtenberg, Manuel (1988): "Universities as a Source of Commercial Technology: A Detailed Analysis of University Patenting, 1965-1988", *The Review of Economics and Statistics*, 80(1), 119-127.
- Highfield, Richard y Smiley, Robert (1987): "New Business Starts and Economic Activity: An Empirical Investigation"; *International Journal of Industrial*

- Organisation*, 5, 51-66. En Casson, Mark (Ed.) (1990): *Entrepreneurship*. Edward Elgar Publishing, Londres.
- Hills, Gerald E. y Singh, Robert P. (2004): "Opportunity Recognition"; En Gartner, William B., Shaver, Kelly G., Carter, Nancy M. y Reynolds, Paul D. (eds.): *Handbook of Entrepreneurial Dynamics*; Sage Publications, Londres.
- Holcombe, Randall G. (2003): "The Origins of Entrepreneurial Opportunities"; *The Review of Austrian Economics*, 16(1), 25-43.
- Hoselitz, Bert F. (1971): *El nacimiento de la teoría empresarial*. En Spengler, Joseph J. (1971): *El pensamiento económico de Aristóteles a Marshall*, Editorial Tecnos, Madrid.
- Hospers, Gert-Jan (2005): "Joseph Schumpeter and His Legacy in Innovation Studies", *Knowledge, Technology & Policy*, 18(3), 20-37.
- Jacob, Merle; Lundqvist, Mats y Hellsmark, Hans (2003): "Entrepreneurial Transformation in the Swedish University System: The Case of Chalmers University of Technology", *Research Policy*, 32, 1555-1568.
- Jaffe, Adam B. (1989): "Real Effects of Academia Research", *The American Economic Review*, 79(5), 957-970.
- Jain, Sanjay y George, Gerard (2007): "Technology Transfer Offices as Institutional Entrepreneurs: The Case of Winconsin Alumni Research Foundation and Human Embryonic Stem Cells", *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 535-567.
- Jensen, Richard y Thursby, Marie (2001): "Proofs and Prototypes for Sale: The Licensing of University Inventions", *The American Economic Review*, 91(1), 240-259.
- Johansson, Matias; Jacob, Merle y Hellström, Tomas (2005): "The Strength of Strong Ties: University Spin-offs and the Significance of Historical Relations", *Journal of Technology Transfer*, 30, 271-286.

- Jong, Simcha (2006): "How Organizational Structures in Science Shape Spin-off Firms: The Biochemistry Departments of Berkeley, Stanford, and UCSF and the Birth of the Biotech Industry", *Industrial and Corporate Change*, 15(2), 251-283.
- Kamien, Morton I., Schwartz, Nancy L. (1989): *Estructura de mercado e innovación*; Alianza Economía y Finanzas, Madrid.
- Kenney, Martin y Goe, W. Richard (2004): "The Role of Social Embeddedness in Professorial Entrepreneurship: A Comparison of Electrical Engineering and Computer Science at UC Berkeley and Stanford", *Research Policy*, 33, 691-707.
- Kinsella, Ray y McBrierty, Vincent (1997): "Campus Companies and the Emerging Techno-Academic Paradigm: The Irish Experience", *Technovation*, 17(5), 245-251.
- Kirby, David A. (2006): "Creating Entrepreneurial Universities in the UK: Applying Entrepreneurship Theory to Practice", *Journal of Technology Transfer*, 31, 599-603.
- Kirzner, Israel M. (1997): "Entrepreneurial Discovery and the Competitive Market Process: An Austrian Approach". En Shane, S. (2002): *The Foundations of Entrepreneurship*, Edward Elgar Publishing, Londres.
- Kirzner, Israel M. (1998): *Competencia y empresarialidad*, Unión Editorial, Madrid.
- Kleinknecht, Alfred (1981): "Observations on the Schumpeterian Swarming of Innovations", *Futures*, 13(4), 293-307.
- Kleinknecht, Alfred y Verspagen, Bart (1990): "Demand and Innovation: Schmookler re-examined", *Research Policy*, 19, 387-394.
- Klepper, Steven (1996): "Entry, Exit and Growth over the Product Life Cycle", *The American Economic Review*, 86(3), 562.
- Klevorick, Alvin K; Levin, Richard C.; Nelson, Richard R. y Winter, Sydney G. (1995): "On the Sources and Significance of Inter-industry Differences in Technological Opportunities", *Research Policy*, 24, 185-205.
- Knight, Frank H. (1947): *Riesgo, incertidumbre y beneficio*, Aguilar, Madrid.

- Koeller, Timothy C. (2005): "Technological Opportunity and the Relationship between Innovation Output and Market Structure", *Managerial and Decision Economics*, 26, 209-222.
- Koppl, Roger y Minniti, Maria (2003): "Market Processes and Entrepreneurial Studies". En Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (eds.): *Handbook of Entrepreneurship Research. An Interdisciplinary Survey and Introduction*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Korres, John M.; Marmaras, Emmanuel y Tsombanoglou, George (2004): "Entrepreneurship and Innovation Activities in the Schumpeterian Lines", *Presented at the European Regional Science Association, University of Porto, 2004*.
- Krueger, Norris F. (2003): "The Cognitive Psychology of Entrepreneurship". En Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (eds.): *Handbook of Entrepreneurship Research. An Interdisciplinary Survey and Introduction*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Kuhn, Thomas S. (1962 [1975]): *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México DF (primera reimpresión en español).
- Kurz, Heinz D. (2008): "Innovations and Profits. Schumpeter and the Classical Heritage", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 67, 263-278
- Lee, Yong S. (1996): "Technology Transfer and the Research University: A Research for the Boundaries of University-Industry Collaboration", *Research Policy*, 25, 843-863.
- Lee, Yong S. (1998): "University-Industry Collaboration on Technology Transfer", *Policy Studies Journal*, 26(1), 69-84.
- Leitch, Claire M. y Harrison, Richard T. (2005): "Maximising the Potential of University Spin-outs: The Development of Second-order Commercialisation Activities", *R&D Management*, 35(3), 257-272.
- Lerner, Josh (2005): "The University and the Start-up: Lessons from the Past Two Decades", *Journal of Technology Transfer*, 30 (1/2), p- 49-56.

- Levin, Richard C.; Klevorick, Alvin C.; Nelson, Richard R., y Winter, Sydney G. (1987): "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development", *Brooking Papers on Economic Activity*, 3, 783.
- Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Publicada en BOE nº 307 de 24 de diciembre de 2001.
- Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Publicada en BOE nº 89, 13 de abril de 2007.
- Leydesdorff, L. y Etzkowitz, H. (1999): "The Future Location of Research and Technology Transfer", *Journal of Technology Transfer*, 24, 111-123.
- Leydesdorff, L. y Etzkowitz, H. (2001): "The Transformation of University-Industry-Government Relations", *Electronic Journal of Sociology*, 5 (4).
- Leydesdorff, L. y Meyer, Martin (2003): "The Triple Helix of University-Industry-Government Relations", *Scientometrics*, 58 (2), 191-203.
- Levy, Rachel; Roux, Pascale y Wolff, Sandrine (2007): "An Analysis of Science-Industry Collaborative Patterns in a Large European University", *Journal of Technology Transfer*, Online First, DOI: 10.1007/s10961-007-9044-0.
- Link, Albert N. y Scott, John T. (2005): "Opening the Ivory's Tower Door: An Analysis of the Determinants of the Formation of US University Spin-off Companies", *Research Policy*, 34, 1106-1112.
- Link, Albert N. y Siegel, Donald S. (2005): "Generating Science-based Growth: An Econometric Analysis of the Impact of Organizational Incentives on University-Industry Technology Transfer", *The European Journal of Finance*, 11(3), 169-181.
- Link, Albert N.; Siegel, Donald S. y Bozeman, Barry (2007): "An Empirical Analysis of the Propensity to Engage in Informal University Technology Transfer", *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 641-655.

- Lockett, Andy; Siegel, Donald; Wright, Mike y Ensley, Michael D. (2005): "The Creation of Spin-offs Firms at Public Research Institutions: Managerial and Policy Implications", *Research Policy*, 34, 981-993.
- Lockett, Andy y Wright, Mike (2005): "Resources, Capabilities, Risk Capital and the Creation of University Spin-out Companies", *Research Policy*, 34, 1043-1057.
- Lööf, Hans y Broström, Anders (2008): "Does Knowledge Diffusion between University and Industry Increase Innovativeness?", *Journal of Technology Transfer*, 33(1), 73-90.
- Louis, Karen Seashore; Blumenthal, David; Gluck, Michael E. y Stoto, Michael A. (1989): "Entrepreneurs in Academe: An Exploration of Behaviours among Life Scientists", *Administrative Science Quarterly*, 34(1), 110-131.
- Low, Murray B. y MacMillan, Ian C. (1988): "Entrepreneurship: Past Research and Future Challenges", *Journal of Management*, 14(2), 139-161.
- Lundvall, Bengt-Ake (1993): *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter Publishers, Londres.
- Malerba, Franco (2004): "Sectoral Systems of Innovation: Basic Concepts", En Malerba, Franco (ed.) (2004): *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Malerba, Franco (2005): "Sectoral Systems. How and Why Innovation Differs Across Sectors", En Fagerberg, Jan; Mowery, David y Nelson, Richard R.: *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford y Nueva York.
- Malerba, Franco (2006): "Innovation and the Evolution of Industries", *Journal of Evolutionary Economics*, 16, 3-23.
- Malerba, Franco y Montobbio, Fabio (2003): "Exploring Factors Affecting International Technological Specialization: The Role of Knowledge Flows and the Structure of Innovative Activity", *Journal of Evolutionary Economics*, 13, 411-434.
- Malerba, Franco y Orsenigo, Luigi (1996): "Schumpeterian Patterns of Innovation are Technology-specific", *Research Policy*, 25, 451-478.

- Malerba, Franco y Orsenigo, Luigi (1999): "Technological Entry, Exit and Survival: An Empirical Analysis of Patent Data", *Research Policy*, 28, 643-660
- Malerba, Franco y Orsenigo, Luigi (2000): "Knowledge, Innovative Activity and Industrial Evolution", *Industrial and Corporate Change*, 9(2), 289-314.
- Malerba, Franco; Nelson, Richard R.; Orsenigo, Luigi y Winter, Sidney G. (2002): "Demand, Innovation, and the Dynamics of Market Structure: the Role of Experimental Users and Diverse Preferences", *CESPRI Working Paper 135*, CESPRI.
- Malerba, Franco; Orsenigo, Luigi y Peretto, Pietro (1997): "Persistence of Innovative Activities, Sectoral Patterns of Innovation and International Technological Specialization", *International Journal of Industrial Organization*, 15, 801-826.
- Mandel, Ernest (1972): *El capitalismo tardío*, Ediciones Era, México.
- Mansfield, Edwin (1991): "Academic Research and Industrial Innovation", *Research Policy*, 20, 1-12.
- Mansfield, Edwin y Lee, Jeong-Yeon (1996): "The Modern University: Contributor to Industrial Innovation and Recipient of Industrial R+D Support", *Research Policy*, 25, 1047-1058.
- Markman, Gideon D.; Phan, Phillip H.; Balkin, David D. y Gianiodis, Peter T. (2005): "Entrepreneurship and University-Based Technology Transfer", *Journal of Business Venturing*, 20, 241-263.
- Markman, Gideon D.; Gianiodis, Peter T. y Phan, Phillip H. (2008): "Full-Time Faculty or Part-Time Entrepreneurs", *IEE Transactions on Engineering Management*, 55(1), 29-36.
- Marshall, Alfred (1954): *Principios de economía*, Editorial Aguilar, Madrid.
- Marx, Karl y Engels, Friedrich (1848 [1987]): *El manifiesto comunista*, Editorial Alba, Madrid.
- Martinelli, Arianna; Meyer, Martin y Von Tunzelman, Nick (2007): "Becoming an Entrepreneurial University? A Case Study of Knowledge Exchange

Relationships and Faculty Attitudes in a Medium-sized, Research-oriented University, *Journal of Technology Transfer*, Online First, DOI: 10.1007/s10961-007-9031-5.

Maurseth, Per Botolf y Verspagen, Bart (2002): "Knowledge Spillovers in Europe: A Patent Citation Analysis", *Scandinavian Journal of Economics*, 104(4), 531-545.

McClelland, David (1967): *The Achieving Society*, Free Press, New York.

McMullen, Jeffery S.; Plummer, Lawrence A. y Acs, Zoltan J. (2007): "What is an Entrepreneurial Opportunity?", *Small Business Economics*, 28, 273-283.

McQueen, Douglas H. y Wallmark, J. Torkel (1982): "Spin-off Companies from Chalmers University of Technology", *Technovation*, 1, 301-315.

Mensch, Gerhard; Coutinho, Charles y Kaasch, Klaus (1981): "Changing Capital Values and the Propensity to Innovate", *Futures*, 13(4), 276-202.

Meseri, Ofer y Maital, Shlomo (2001): "A Survey Analysis of University-Technology Transfer in Israel: Evaluation of Projects and Determinants of Success", *Journal of Technology Transfer*, 26, 115-126.

Meyer, Martin (2003): "Academic Entrepreneurs or Entrepreneurial Academics? Research-based Ventures and Public Support Mechanisms", *R&D Management*, 33(2), 107-115.

Meyer, Martin (2006): "Academic Inventiveness and Entrepreneurship: On the Importance of Start-up Companies in Commercializing Academic Patents", *Journal of Technology Transfer*, 31, 501-510.

Ministerio de Industria, Empleo y Comunicaciones y Ministerio de Educación de Suecia (2004): *Innovative Sweden*, Ministerio de Industria, Empleo y Comunicaciones, Estocolmo. Disponible online (fecha de consulta, 9-04-08) en: <http://www.sweden.gov.se/sb/d/2026/a/32551>

Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania (2005): *Report of the Federal Government on Research, 2004*, Ministerio Federal de Educación e Investigación, Bonn y Berlín. Disponible online (fecha de consulta, 9-04-08) en: http://www.bmbf.de/pub/bufo_2004_eng_full_version.pdf

- Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania (2006): *The High-Tech Strategy for Germany*, Ministerio Federal de Educación e Investigación, Berlín. Disponible online (fecha de consulta, 9-04-08) en: http://www.bmbf.de/pub/bmbf_hts_en_kurz.pdf
- Monjon, Stéphanie y Waelbroeck, Patrick (2003): "Assessing Spillovers from Universities to Firms: Evidence from French Firm-Level Data", *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1255-1270.
- Molina Manchón, Hipólito y Conca Flor, Francisco José (2000): *Innovación tecnológica y competitividad empresarial*, Universidad de Alicante, Alicante
- Montobbio, Fabio (2004): "Sectoral Dynamics and Structural Change: Stylized Facts and System of Innovation Approaches". En Malerba, Franco (ed.) (2004): *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Mosey, Simon y Wright, Mike (2007): "From Human Capital to Social Capital: A Longitudinal Study of Technology-based Academic Entrepreneurs; *Entrepreneurship Theory and Practice*, 31(6), 909-935.
- Mowery, David C. y Sampat, Bhaven N. (2005): "The Bayh-Dole Act of 1980 and University-Industry Technology Transfer: A Model for other OECD Governements?", *Journal of Technology Transfer*, 30(1/2), 115-127.
- Mowery, David C. y Sampat, Bhaven N. (2005): "Universities in National Innovation Systems". En Fagerberg, Jan; Mowery, David y Nelson, Richard R.: *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford y Nueva York.
- Mowery, David C. y Ziedonis, Arvids A. (2002): "Academic Patent Quality and Quantity before and after the Bayh-Dole Act in the United States", *Research Policy*, 31, 399-418.
- Mowery, David C. y Ziedonis, Arvids A. (2007): "Academic Patents and Materials Transfer Agreements: Substitutes or Complements?", *Journal of Technology Transfer*, 32, 157-172.
- Mowery, David C.; Sampat, Bhaven N. y Ziedonis, Arvids A. (2002): "Learning to Patent: Institutional Experience, Learning, and the Characteristics of US

- University Patents after Bayh-Dole Act, 1981-1992”, *Management Science*, 48(1), 73-89.
- Mowery, David C.; Sampat, Bhaven N. y Ziedonis, Arvids A. (2003): “Changes in University Patent Quality after the Bayh-Dole Act: A Re-examination”, *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1371-1390.
- Mueller, Pamela (2007): “Exploiting Entrepreneurial Opportunities: The Impact of Entrepreneurship on Growth”, *Small Business Economics*, 28, 355-362.
- Murmann, Johan P. y Frenken, Koen (2006): “Toward a Systematic Framework for Research on Dominant Designs, Technological Innovation and Industrial Change”, *Research Policy*, 35(7), 925-952.
- Murphy, Patrick J.; Liao, Jianwen y Welsch, Harold P. (2006): “A Conceptual History of Entrepreneurial Thought”, *Journal of Management History*, 12(1), 12-35.
- Murphy, Patrick J. (2004): *A Logic for Entrepreneurial Discovery*, Tesis Doctoral, Universidad de Illinois en Chicago (no publicada).
- Murray, Fiona y Graham, Leigh (2007): “Buying Science and Selling Science: Gender Differences in the Market form Commercial Science”, *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 657-689.
- Mustar, Phillipe; Renault, Marie; Colombo, Massimo G.; Piva, Evita; Fontes, Margarida; Lockett, Andy; Wright, Mike; Clarysse, Bart y Moray, Nathalie (2006): “Conceptualising the Heterogeneity of Research-based Spin-offs: A Multi-dimensional Taxonomy”, *Research Policy*, 35, 289-308.
- Navarro, Mikel (2001): “Los sistemas nacionales de innovación: una revisión de la literatura”, *Instituto de Análisis Industrial y Financiero*, documento de trabajo nº 26.
- Nelson, Richard R. (1993): *National Systems of Innovation: A Comparative Study*, Oxford University Press, Oxford.
- Nelson, Richard R. (1998): “The co-Evolution of Technology, Industrial Change and Supporting Institutions”. En Dosi, G. Teece, D.J., Chytry, J. (1998): *Technology, Organization and Competitiveness*; Oxford University Press, Oxford.

- Nelson, Richard R. (2001): "Observations on the Post-Bayh-Dole Rise of Patenting at American Universities", *Journal of Technology Transfer*, 26, 13-19.
- Nelson, Richard R. (2002): "Bringing Institutions into Evolutionary Growth Theory", *Journal of Evolutionary Economics*, 12, 17-28.
- Nelson, Richard R. (2006): "Reflections on *The Simple Economics of Basic Research: Looking Back and Looking Forwards*", WP, Laboratory of Economics and Management, Sant'Anna School of Advanced Studies.
- Nelson, Richard R. y Winter, Sidney G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Nelson, Richard R. y Winter, Sidney G. (2002): "Evolutionary Theorizing in Economics", *The Journal of Economic Perspectives*, 16(2), 23.
- Nelson, Richard R. y Wolff, Edward N. (1997): "Factors behind Cross-Industry Differences in Technical Progress", *Structural Change and Economic Dynamics*, 8(2), 205-220.
- Nerkar, Atul y Shane, Scott (2003): "When do Start-ups that Exploit Patented Academic Knowledge Survive?", *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1391-1410.
- Nicolau, Nicos y Birley, Sue (2003a): "Academia Networks in a Trichotomous Categorisation of University Spinouts", *Journal of Business Venturing*, 18, 333-359.
- Nicolau, Nicos y Birley, Sue (2003b): "Social Networks in Organizational Emergence: The University Spinout Phenomenon", *Management Science*, 49(12), 1702-1725.
- Nieto, Mariano y Quevedo, Pilar (2005): "Absorptive Capacity, Technological Opportunity, Knowledge Spillovers, and Innovative Effort", *Technovation*, 25, 1141-1157.
- Nightingale, Paul (1998): "A Cognitive Model of Innovation", *Research Policy*, 27, 689-709.

- Nlemvo Ndonzuau, Frédéric; Pirnay, Fabrice y Surlemont, Bernard (2002): "A Stage Model of Academic Spin-off Creation", *Technovation*, 22, 281-289.
- North, Douglas C. (1990): *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge University Press, Nueva York.
- O’Gorman, Colm; Byrne, Orla y Pandya, Dipti (2008): "How Scientists Commercialise New Knowledge via Entrepreneurship?", *Journal of Technology Transfer*, 33(1), 22-34.
- O’Shea, Rory P.; Allen, Thomas J.; Morse, Kenneth P.; O’Gorman, Colm y Roche, Frank (2007a): "Delineating the Anatomy of an Entrepreneurial University: The Massachusetts Institute of Technology Experience", *R&D Management*, 37(1), 1-16.
- O’Shea, Rory P.; Chugh, Harveen y Allen, Thomas J. (2007b): "Determinants and Consequences of University Spinoff Activity: A Conceptual Framework", *Journal of Technology Transfer*, Online First, DOI: 10.2007/s 10961-007-9060-0.
- O’Shea, Rory; Allen, Thomas J.; Chevalier, Arnaud y Roche, Frank (2005): "Entrepreneurial Orientation, Technology Transfer and Spinoff Performance of US Universities", *Research Policy*, 34, 994-1009.
- O’Shea, Rory; Allen, Thomas J.; O’Gorman, Colm y Roche, Frank (2004): "Universities and Technology Transfer: A Review of Academic Entrepreneurship Literature", *Irish Journal of Management*, 25(2), 11-29.
- OCDE (2007): *I+D e innovación en España: Mejorando los instrumentos*; OCDE, París. Disponible online (fecha de consulta, 9-04-08) en: <http://www.plannacionalidi.es/inicio/diagnostico/estudios/documentos/espanol%20OCDE.pdf>
- Olsson, Ola (2001): "Why Does Technology Advance in Cycles?", *Scandinavian Working Papers in Economics*.
- Olsson, Ola (2005): "Technological Opportunity and Growth", *Journal of Economic Growth*, 10, 35-37.

- Ortín, Pedro; Salas, Vicente; Trujillo, María Victoria y Vendrell, Ferran (2007): “La creación de spin-offs universitarios en España: características, determinantes y resultados”, *Estudios DGPYME*. Disponible online en: http://demo.uib.es/pdfs/economia_industrial.pdf; (fecha de consulta, 11-02-08)
- Owen-Smith, Jason; Riccaboni, Massimo; Pammolli, Fabio y Powell, Walter W. (2002): “A Comparison of US and European University-Industry Relations in the Life Sciences”, *Management Science*, 48 (1), 24-43.
- Parker, Douglas D. y Zilberman, David (1993): “University Technology Transfer: Impacts on Local and US Economies”, *Contemporary Policy Issues*, 11(2), 87-100.
- Pattel, Pari, y Pavitt, Keith (1995): “Patterns of Technological Activity: Their Measurement and Interpretation”. En Stoneman, Paul (1995): *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, Blackwell Handbooks in Economics, Oxford.
- Pavitt, Keith (2003): “The Process of Innovation”, *SPRU Electronic Working Papers Series*, 89. Disponible online en: <http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/publications/imprint/sewps/sewp89/sewp89.pdf>; (fecha de consulta: 18-02-08).
- Pavitt, Keith, Robson, Michael. y Townsend, Joe (1987): “The Size Distribution of Innovating Firms in the UK: 1945-1983”, *The Journal of Industrial Economics*, 35(3), 297-316.
- Pérez, Carlota (1983): “Structural Change and Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems”, *Futures*, 15(5), 357-375.
- Pérez, Carlota y Soete, Luc (1988): “Catching up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunities”. En Dosi, G. et ál. (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- Phan, Phillip H. y Siegel, Donald S. (2006): *The Effectiveness of University Technology Transfer*, Serie Foundations and Trends in Entrepreneurship, Now Publishers, Boston.

- Pirnay, Fabrice; Surlemont, Bernard; Nlemvo, Frédéric (2003): "Toward a Typology of University Spin-offs", *Small Business Economics*, 21, 355-369.
- Plummer, Lawrence A.; Haynie, J. Michael y Godesiabo, Joy (2007): "An Essay on the Origins of Entrepreneurial Opportunity", *Small Business Economics*, 28, 363-379.
- Powers, David B. y McDougall, Patricia P. (2005): "University Start-up Formation and Technology Licensing with Firms that Go Public: A Resource-based view of Academic Entrepreneurship", *Journal of Business Venturing*, 20, 291-311.
- Powers, Joshua B. y McDougall, Patricia (2005a): "Policy Orientation Effects on Performance with Licensing to Start-ups and Small Companies", *Research Policy*, 34, 1028-1042.
- Powers, Joshua B. y McDougall, Patricia (2005b): "University Start-up Formation and the Technology Licensing with Firms that Go to Public. A Resource-based View of Academic Entrepreneurship", *Journal of Business Venturing*, 20, 291-311.
- Radosevich, Raymond (1995): "A Model for Entrepreneurial Spin-offs from Public Technology Sources", *International Journal of Technology Management*, 10 (7/8), 879-893.
- Rappert, Brian; Webster, Andrew y Charles, David (1999): "Making Sense of Diversity and Reluctance: Academic-Industrial Relations and Intellectual Property", *Research Policy*, 28, 873-890.
- Rasmussen, Elinar (2008): "Government Instruments to Support the Commercialization of University Research: Lessons from Canada", *Technovation*, 28(8), 506-517.
- Rasmussen, Elinar; Moen, Oystein y Gulbrandsen, Magnus (2006): "Initiatives to Promote Commercialization of University Knowledge", *Technovation*, 26, 518-533.
- Real Decreto 432/2008, de 12 de abril, por el que se reestructuran los departamentos ministeriales. Publicado en BOE nº 90 de 14 de abril de 2008, 19757-19759.
- RedOTRI (2007): *Informe RedOTRI 2007*; RedOTRI-CRUE, Madrid. Disponible online (fecha de consulta, 9-04-08) en:

<http://www.ratri.es/Subidas/DescargasPublicas/Informe%20Red%20OTRI%202006.pdf>

Reijnders, Jan (1990): *Long Waves in Economic Development*, Edward Elgar Publishing Limited, Hampshire.

Roberts, Edward B. (1991a): *Entrepreneurs in High Technology. Lessons From MIT and Beyond*, Oxford University Press, Nueva York y Oxford.

Roberts, Edward B. (1991b): "The Technological Base of the New Enterprises", *Research Policy*, 20, 283-298.

Roberts, Edward B. y Malonet, Denis E. (1996): "Policies and Structures for Spinning-off New Companies from Research and Development Organizations", *R&D Management*, 26(1), 17-48.

Rogers, Everett M.; Takegami, Shiro y Yin, Jing (2001): "Lessons Learned About Technology Transfer", *Technovation*, 21(4), 253-261.

Ronstadt, Robert (1988): "The Corridor Principle", *Journal of Business Venturing*, 3, 31-40.

Rosenberg, Nathan y Nelson, Richard R. (1994): "American Universities and Technical Advance in Industry", *Research Policy*, 23, 323-348.

Rosenbloom, Richard S. y Christensen, Clayton M. (1998): "Technological Discontinuities, Organizational Capabilities and Strategic Commitments". En Dosi, G. Teece, D.J., Chytry, J. (1998): *Technology, Organization and Competitiveness*; Oxford University Press, Oxford.

Rothaermel, Frank T. y Thursby, Marie (2005): "Incubator Firm Failure or Graduation? The Role of University Linkages", *Research Policy*, 34, 1076-1090.

Rothaermel, Frank T.; Agung, Shanti D. y Jiang, Lin (2007): "University Entrepreneurship: A Taxonomy of the Literature", *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 691-791.

Rubiralta Alcañiz, Mario (2004): *Transferencia a las empresas de la investigación universitaria. Descripción de los modelos europeos*, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.

- Sábato, Jorge A. (1975): *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, Paidós, Buenos Aires.
- Sachwald, Frédérique (2007): "Location Choices within Global Networks: The Case of Europe", *Journal of Technology Transfer*, Online First, DOI: 10.1007/s10961-007-9057-8.
- Sampat, Bhaven N. (2006): "Patenting and US Academic Research in the 20th Century: The World before and after Bayh-Dole", *Research Policy*, 35, 772-789.
- Samson, Karel J., y Gurdon, Michael A. (1993): "University Scientists as Entrepreneurs: A Special Case of Technology Transfer and High-Tech Venturing", *Technovation*, 13(2), 63-71.
- Sanders, Mark (2005): "The Origin of Technical Change: Knowledge Generation, Opportunities and Entrepreneurship", *Discussion Papers on Entrepreneurship, Growth and Public Policies*, Working paper 1105, Max Planck Institute for Research into Economic Systems.
- Sanders, Mark (2007): "Scientific Paradigms, Entrepreneurial Opportunities and Cycles in Economic Growth", *Small Business Economics*, 28, 339-354.
- Sanz Menéndez, Luis (2003): "La investigación en la universidad española: la financiación competitiva de la investigación, con especial referencia a las Ciencias Sociales y Económicas", *CSIC, Unidad de Políticas Comparadas*, DT 03-06.
- Sarasvathy, Saras D. (2001a): "Causation and Effectuation: Toward a Theoretical Shift from Economic Inevitability to Entrepreneurial Contingency", *Academy of Management Review*, 26(2), 243-263.
- Sarasvathy, Saras D. (2001b): "Effectual Reasoning in Entrepreneurial Decision Making. Existence and Bounds", *Academy of Management Best Paper Proceedings 2001*.
- Sarasvathy, Saras D. (2002): "Entrepreneurship as Economics with Imagination", *Ruffin Series in Business Ethics*, 95.

- Sarasvathy, Saras D. (2004): "Making it Happen: Beyond Theories of the Firm to Theories of Firm Design", *Entrepreneurship Theory and Practice*, invierno, 519-531.
- Sarasvathy, Saras D. and Dew, Nicholas (2001): "Of Immortal Firms and Mortal Markets: Dissolving the Innovator's Dilemma", *Second Annual Technology Entrepreneurship Research Policy Conference*, diciembre 2001.
- Sarasvathy, Saras D.; Dew, Nicholas; Velamury, S. Ramakrishna y Venkataraman, Sankaran (2003): "Three Views of Entrepreneurial Opportunities". En Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (eds.): *Handbook of Entrepreneurship Research. An Interdisciplinary Survey and Introduction*; Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Saxenian, AnnaLee (1994): *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.) y Londres.
- Scherer, F. M. (1965): "Firm Size, Market Structure and the Output of Patented Inventions", *The American Economic Review*, 55(5), 1097-1125.
- Schumpeter, Joseph A. (1911 [1976]): *Teoría del Desarrollo Económico*; Fondo de Cultura Económica, México.
- Schumpeter, Joseph A. (1939 [2002]): *Ciclos Económicos: Análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista*, Prentice Hall, Zaragoza.
- Schumpeter, Joseph A. (1942): "The Process of Creative Destruction" in *Capitalism, Socialism and Democracy*, capítulo 8; George Allen and Unwin, Londres, 81-6. En Shane, Scott (2002): *The Foundations of Entrepreneurship*; Edward Elgar Publishing, Londres.
- Shane, Scott (2000): "Prior Knowledge and the Discovery of Entrepreneurial Opportunities", *Organization Science*, 11(4), 448-469.
- Shane, Scott (2001a): "Technological Opportunities and New Firm Creation" *Management Science*, 47(2), 205-220.
- Shane, Scott (2001b): "Technology Regimes and the New Firm Formation" *Management Science*, 47(9), 1173-1190

- Shane, Scott (2002a): "Executive Forum: University Technology Transfer to Entrepreneurial Companies", *Journal of Business Venturing*, 17, 537-552.
- Shane, Scott (2002b): "Selling University Technology: Patterns from MIT", *Management Science*, 48(1), 122-137.
- Shane, Scott (2002c): *The Foundations of Entrepreneurship*, Edward Elgar Publishing, Londres.
- Shane, Scott (2003): *A General Theory of Entrepreneurship. The Individual-Opportunity Nexus*, Edward Elgar Publishing, Londres.
- Shane, Scott (2004b): "Encouraging University Entrepreneurship? The Effect of the Bayh-Dole Act on University Patenting in the United States", *Journal of Business Venturing*, 19, 127-151.
- Shane, Scott y Eckhardt, Jonathan (2003): "The Individual Opportunity Nexus". En Acs, Zoltan J. y Audretsch, David B. (eds.): *Handbook of Entrepreneurship Research. An Interdisciplinary Survey and Introduction*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Shane, Scott y Katila, Riita (2002): "When Are New Firms More Innovative than Established Firms?", *Working Paper*, Robert H. Smith School of Business.
- Shane, Scott y Khurama, Rakesh (2001): "Career Experience and Firm Founding", *Academy of Management Best Paper Proceedings 2001*.
- Shane, Scott y Stuart, Toby (2002): "Organizational Endowments and the Performance of University Start-ups", *Management Science*, 48(1), 154-171.
- Shane, Scott y Venkataraman, Sankaran (2000): "The Promise of Entrepreneurship as a Field of Research", *The Academy of Management Review*, 25(1), 217-226.
- Shaver, Kelly G. y Scott, Linda R. (1991): "Person, Process, Choice: The Psychology of New Venture Creation", *Entrepreneurship Theory and Practice*, 16 (invierno), 23-46.
- Siegel, Donald S.; Waldman, David A.; Atwater, Leanne E. y Link, Albert N. (2003): "Commercial Knowledge Transfers From Universities to Firms: Improving the

- Effectiveness of University-Industry Collaboration”, *Journal of Technology Management Research*, 14, 111-133.
- Siegel, Donald S.; Waldman, David y Link, Albert (2003): “Assessing the Impact of Organizational Practices on the Relative Productivity of University Technology Transfer Offices: An Exploratory Study”, *Research Policy*, 32, 27-48.
- Siegel, Donald S.; Wright, Mike y Lockett, Andy (2007): “The Rise of Entrepreneurial Activity at Universities: Organizational and Societal Implications”, *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 489-504.
- Smilor, Raymond W.; Gibson, David V. y Dietrich, Glenn B. (1990): “University Spin-out Companies: Technology Start-ups from UT-Austin”, *Journal of Business Venturing*, 5, 63-76.
- Smilor, Raymond; O’Donnell, Nial; Stein, Gregory y Welborn III, Robert S. (2007): “The Research University and the Development of High-Technology Centers in the United States”, *Economic Development Quarterly*, 21, 203-222.
- Sorenson, Olav y Stuart, Toby E. (2001): “Syndication Network and the Spatial Distribution of Venture Capital Investments”, *American Journal of Sociology*, 106(6), 1546-1588.
- Spencer, Aron S. y Kirchoff, Bruce A. (2006): “Schumpeter and New Technology Based Firms: Towards a Framework for How NTBFs Cause Creative Destruction”, *International Entrepreneurship and Management Journal*, 2, 145-156.
- Steffensen, Morten; Rogers, Everett M. y Speakman, Kristen (1999): “Executive Forum: Spin-offs From Research Centers at a Research University”, *Journal of Business Venturing*, 15, 93-111.
- Stigler, George. J. (1961): “The Economics of Information”. *Journal of Political Economy*, 69(3), 213-225.
- Storey, David J., y Jones, Andrew M. (1987): “New Firm Foundation- A Labour Market Approach to Industrial Entry”, *Scottish Journal of Political Economy*, 34, 37-51.
- En Casson, Mark (Ed.) (1990): *Entrepreneurship*. Edward Elgar Publishing, Londres.

- Stuart, Toby E. y Ding, Waverly W. (2006): "When Do Scientists Become Entrepreneurs? The Social Structural Antecedents of Commercial Activity in the Academic Life Sciences", *American Journal of Sociology*, 112(1), 97-144.
- Tappeiner, Gottfried; Hauser, Christoph y Walde, Janette (2008): "Regional Knowledge Spillovers: Fact or Artifact?", *Research Policy*, 37, 861-874.
- Teece, David J. (1988): "Technological Change and the Nature of the Firm", En Dosi, G. et ál. (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres.
- Teece, David J. (1996): "Firm Organization, Industrial Structure and Technological Innovation", *Journal of Economic Behaviour*, 31, 193-224.
- Teece, David J. y Pisano, Gary (1998): "The Dynamic Capabilities of Firms: An Introduction". En Dosi, Giovanni, Teece, David J., Chytry, Joseph (1998): *Technology, Organization and Competitiveness*; Oxford University Press, Oxford.
- Teece, David J.; Pisano, Gary y Shuen, Amy (1997): "Dynamic Capabilities and Strategic Management", *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- TEKES (2005): *Tekes Annual Review, 2005*, Tekes, Helsinki. Disponible online (fecha de consulta, 9-abril-08) en:
http://www.tekes.fi/julkaisut/Annual_Review_2005.pdf
- Thursby, Jerry G. y Thursby, Marie C. (2002): "Who is Selling the Ivory Tower? Sources of Growth in University Licensing", *Management Science*, 48(1), 90-104.
- Trajtenberg, Manuel (1990): "A Penny for your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations", *The Rand Journal of Economics*, 21(1), 172-187.
- Tushman, Michael L. y Anderson, Philip (1986): "Technological Discontinuities and Organizational Environments", *Administrative Science Quarterly*, 31, 439-465.
- Utterback, James M. y Abernathy, William J. (1975): "A Dynamic Model of Process and Product Innovation", *Omega*, 3(6), 639-657.

- Utterback, James M. y Suárez, Fernando M. (1993): "Innovation, Competition and Industry Structure", *Research Policy*, 22, 1-21.
- Van Burg, Elco; Romme, A.Georges L.; Gilsing, Victor A. y Reymen, Isabelle, M.M.J. (2008): "Creating University Spin-offs: A Science-based Design Perspective", *Journal of Product Innovation Management*, 25, 114-128.
- Van der Sijde, P.; Vogelaar, G.; Hoogeveen, A.; Ligtenberg, H. y Van Velzen, M. (2002): "Attracting High-tech Companies. The Case of the University of Twente and its Region", *Industry & Higher Education*, 97-104.
- Van Dierdonck, Roland y Debackere, Koen (1988): "Academic Entrepreneurship at Belgian Universities", *R&D Management*, 18(4), 341-353.
- Van Duijn, Jacob J. (1983): *The Long Wave in Economic Life*, George Allen & Unwin Ltd., Londres.
- Venkataraman, S. (1997), "The Distinctive Domain of Entrepreneurship Research: An Editor's Perspective". En Katz, J., Brockhaus, R. (eds.): *Advances in Entrepreneurship, Firm Emergence, and Growth*, 3, JAI Press, Greenwich.
- Verdova, Giovanna (2001): "National Technological Specialisation and the Highest Technological Opportunities Historically", *Technovation*, 21, 605-612.
- Verspagen, Bart (2006): "University Research, Intellectual Property Rights and European Innovation Systems", *Journal of Economic Surveys*, 20(4), 607-632.
- Verspagen, Bart y Werker, Claudia (2003): "The Invisible College of the Economics of Innovation and Technological Change", *Eindhoven Centre for Innovation Studies*, working paper 03.21.
- VINNOVA (2003): *Commercialization of Academic Research Results*; Vinnova, Estocolmo. Disponible online (fecha de consulta, 9-abril-08) en: <http://www.vinnova.se/upload/EPiStorePDF/vfi-03-01.pdf>
- Vohora, Ajay; Wright, Mike y Lockett, Andy (2004): "Critical Junctures in the Development of University High-tech Spinout Companies", *Research Policy*, 33, 147-175.

- Von Hippel, Eric (1988): *The Sources of Innovation*, Oxford University Press, Nueva York.
- Wallmark, J. Torkel (1997): "Inventions and Patents at Universities: The Case of Chalmers University of Technology", *Technovation*, 17(3), 127-139.
- Woodward, Douglas; Figueiredo, Octávio y Guimaraes, Paulo (2006): "Beyond the Silicon Valley: University R&D and High-Technology Location", *Journal of Urban Economics*, 60, 15-32.
- Winter, Sidney G. (2002): "Understanding Dynamic Capabilities", *Working Paper*, Reginald H. Jones Centre, 2002.
- Winter, Sidney G. (2006): "Toward a Neo-Schumpeterian Theory of the Firm", *Industrial and Corporate Change*, 15, 125-141.
- Winter, Sidney G.; Kaniovski, Yuri M. y Dosi, Giovanni (2003): "A Baseline Model of Industry Evolution", *Journal of Evolutionary Economics*, 13, 355-383.
- Wonglimpiyarat, Jarunee (2005): "The Nano-Revolution of Schumpeter's Kondratieff Cycle", *Technovation*, 25, 1349-1354.
- Wright, Mike; Birley, Sue y Mosey, Simon (2004a): "Entrepreneurship and University Technology Transfer", *Journal of Technology Transfer*, 29, 235-246.
- Wright, Mike; Clarysse, Bart; Mustar, Philippe y Lockett, Andy (2007): *Academic Entrepreneurship in Europe*; Edward Elgar Publishing Lmted., Cornwall, Reino Unido.
- Wright, Mike; Vohora, Ajay y Lockett, Andy (2004b): "The Formation of High-tech University Spinouts: The Role of Joint Ventures and Venture Capital Investors", *Journal of Technology Transfer*, 29, 287-310.
- Wright, Mike; Lockett, Andy; Clarysse, Bart y Binks, Martin (2006): "University Spin-out Companies and Venture Capital", *Research Policy*, 35, 481-501.
- Wright, Mike; Hmiesleski, Keith M.; Siegel, Donald S. y Ensley, Richard D.(2007): "The Role of Human Capital in Technological Entrepreneurship", *Entrepreneurship Theory and Practice*, 31(6), 791-806.

Zahra, Shaker A.; Van de Velde, Els y Larrañeta, Bárbara (2007): "Knowledge Conversion Capability and the Performance of Corporate and University Spin-offs", *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 569-608.

Zucker, Lynne G.; Darby, Michael R. y Armstrong, Jeff S. (2002): "Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture and Firm Performance in Biotechnology", *Management Science*, 48(1), 138-153.

Zucker, Lynne G.; Darby, Michael R. y Brewer, Marilynn B. (1998): "Intellectual Human Capital and the Birth of US Biotechnology Enterprises", *The American Economic Review*, 88, 290-306.

ANEXO

CUESTIONARIO PARA LAS OTRIs ANDALUZAS

1. Nombre de la universidad.....
2. Localidad.....
3. Año de fundación de la Universidad.....
4. Año en el que la Universidad comienza a fomentar la creación de empresas.....

PARTE 1: CULTURA EMPRESARIAL DE LA UNIVERSIDAD

5. Valore los siguientes aspectos de la cultura empresarial de los investigadores de la universidad

	Nulo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
Grado en que los investigadores aspiran a validar los resultados de la investigación en el mercado					
Nivel de atractivo que los negocios suelen presentar para los investigadores					
Nivel de legitimidad que los investigadores consideran que tiene la obtención de beneficios comerciales con la investigación					
Grado en que los investigadores consideran que la investigación puede ser una actividad lucrativa					
Grado de orientación de los investigadores hacia las licencias de patente y las spin-offs frente a las publicaciones					
Nivel de reconocimiento por parte de la universidad que reciben los investigadores implicados en transferencia de tecnología					
Grado de reconocimiento por parte de la universidad que reciben los investigadores implicados en la creación de spin-offs					
Valore el grado de capacidad empresarial que presentan los investigadores de la universidad					

PARTE 2: SPIN-OFFS CREADAS

6. Número de spin-offs creadas en la universidad _____

PARTE 3: CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE CREACIÓN

7. Valore el uso que hace la OTRI de los siguientes instrumentos de promoción de la cultura empresarial entre los investigadores:

	Nulo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
Campañas de difusión sobre creación de empresas					
Concursos y premios a las mejores ideas empresariales					
Cursos y seminarios de formación sobre creación de empresas					
Informar sobre posibles oportunidades para crear empresas					
Otras actividades de promoción					

8. Valore el grado en que las siguientes afirmaciones se corresponden con la actuación de la OTRI y de los investigadores de su universidad:

	Nulo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
Los investigadores identifican las oportunidades de explotar comercialmente los resultados de su investigación y acuden a la OTRI para recibir asesoramiento sobre su explotación					
La OTRI analiza los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo en la universidad e identifica oportunidades para crear empresas					
El investigador es la persona encargada de decidir si quiere explotar los resultados de la investigación mediante una licencia de patente o una spin-off					
La decisión del modo de comercializar un resultado de investigación (spin-off o licencia) es tomada por la OTRI					
La gestión de la spin-off suele quedar en manos de los investigadores que la ponen en marcha					
La universidad suele contratar a un equipo especializado para gestionar la empresa					

9. Señale en qué grado la universidad participa en el proceso de identificación de las oportunidades para crear empresas (identificación de oportunidades proactiva):

Nulo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto

10. Señale el grado de importancia que la OTRI concede a los siguientes criterios para seleccionar y apoyar un proyecto de creación de una spin-off

	Nulo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
Nivel de empleo que la empresa va a crear					
La empresa desarrolla tecnología vinculadas a la especialización productiva de la zona					
Grado de innovación que implica el proyecto de empresa					
Impacto sobre el crecimiento económico					
Cumplimiento de la normativa de la universidad sobre creación de empresas					
Retornos esperados para la universidad					
Relación con otras tecnologías desarrolladas previamente					
Expectativas de crecimiento de la empresa					
Mercados hacia los que se orientará la empresa					

11. Señale, sobre el total de proyectos presentados, cuál es el porcentaje de proyectos seleccionados por la OTRI para recibir apoyo:
_____ %

12. ¿Se compran licencias de patente para complementar la tecnología que va a desarrollar la spin-off?

Nunca	Rara vez	Ocasionalmente	Frecuentemente	Muy frecuentemente

13. ¿En qué fase se suele encontrar la tecnología de los proyectos seleccionados?

En proyecto	Embrionaria	Poco desarrollada	Medianamente desarrollada	Plenamente desarrollada

14. ¿Los proyectos seleccionados tienen que ser necesariamente de base tecnológica? Si No

15. Porcentaje aproximado de proyectos de base tecnológica/no tecnológica:
Tecnológica _____%; No tecnológica: _____%

16. ¿Se exige a las spin-offs la colaboración posterior con la universidad?

Nunca	Rara vez	Ocasionalmente	Frecuentemente	Muy frecuentemente

17. Señale en qué grado la viabilidad económica futura de la empresa económica es un criterio importante en la selección de los proyectos

Nulo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto

18. Valore el grado de implicación de la OTRI en las diferentes etapas de la creación de la spin-off:

	Nulo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
Etapas iniciales: definición de la idea, elaboración del plan de empresa.					
En las etapas intermedias: formalización del proyecto, búsqueda de inversores, desarrollo de las primeras inversiones.					
En las etapas posteriores: funcionamiento de la empresa durante los tres primeros años, necesidades adicionales de capital, planes de expansión o internacionalización.					

19. Valore las siguientes actividades de acuerdo con la asiduidad con que la OTRI las lleva a cabo

	Nunca	Rara vez	Ocasionalmente	Frecuentemente	Muy frecuentemente
Repensar la idea de negocio con los emprendedores					
Elaboración del plan de empresa					
Búsqueda de inversores					
Apoyo para la gestión de la propiedad intelectual de la empresa					
Búsqueda de localización para la empresa					
Apoyo en planes de expansión (apertura de otro local...)					
Apoyo en planes de internacionalización					
Selección de personal para la empresa					
Presentar el plan de empresa a posibles inversores y empresas de capital riesgo					
Concesión de subvenciones					
Concesión de préstamos					
Participación en el capital de la spin-off					
Acuerdos de colaboración con incubadoras independientes					
Otras.....					

20. Valore la importancia de los siguientes tipos de fondos en la financiación de las *spin-offs*

	Nula	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
Fondos de la universidad					
Otros fondos públicos					
Bancos					
Capital riesgo público					
Capital riesgo privado					
Capital riesgo de la universidad					
Inversores privados					

PARTE 4: RECURSOS DE LA OTRI

21. Valore el grado de independencia de la OTRI respecto de la universidad en los siguientes aspectos:

	Nula	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
Financiación					
Objetivos					
Actuaciones					
Localización (en la universidad o fuera de ella)					

22. Recursos humanos de la OTRI:

Número de trabajadores	Tiempo completo	Tiempo parcial
Total OTRI		
Dedicados a <i>spin-offs</i> a tiempo parcial		
Dedicados exclusivamente a <i>spin-offs</i>		

23. De los trabajadores dedicados a las *spin-offs*, señale cuántos de ellos alcanzan los diferentes niveles de formación:

Secundaria	Universitaria Primer ciclo	Universitaria Segundo ciclo	Universitaria Tercer ciclo	Otros	Especialización en gestión de empresas (MBA o similar)

24. Valore el grado de independencia del equipo dedicado a las *spin-offs* con respecto al resto de actividades que se desarrollan en la OTRI:

Nula	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto

25. Valore la disponibilidad de los siguientes recursos tecnológicos, físicos y financieros de la OTRI:

	Nula	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
Equipos informáticos					
Laboratorios					
Maquinaria especializada					
Instalaciones para desarrollar tecnología					
Servicio de gestión de la propiedad intelectual					
Incubadora de empresas					

Espacios para situar las empresas					
Fondos propios					
Fondos de la universidad					
Fondos de la Junta de Andalucía					
Fondos del Ministerio de Ciencia e Innovación					
Recursos privados					

26. Señale si desarrollan acuerdos de colaboración con empresas de la zona y de qué tipo:

	Nunca	Rara vez	Ocasionalmente	Frecuentemente	Muy frecuentemente
Para evaluar los proyectos de spin-offs					
Para invertir en spin-offs					
Para colaborar con las spin-offs					
Otros.....					

PARTE 5: ESTRATEGIA DE LA OTRI

27. Señale el grado en que las siguientes afirmaciones se identifican con la estrategia de la spin-off

	Nulo	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto
Las spin-offs son un elemento clave en la actividad de la OTRI					
Las licencias de patente son un elemento clave en la actividad de la OTRI					
Fomentamos las spin-offs como medio de crear empleo en el territorio					
Fomentamos las spin-offs como forma de autoempleo para los investigadores					
Fomentamos las spin-offs como medio de comercializar los resultados de la investigación					
Fomentamos las spin-offs como empresas que van a tener un rápido crecimiento en el futuro y van a crear riqueza en el territorio					

Para finalizar, complete la tabla siguiente con los datos de las empresas spin-off creadas en su universidad.

